Qu'est-ce que le Big Bang ?

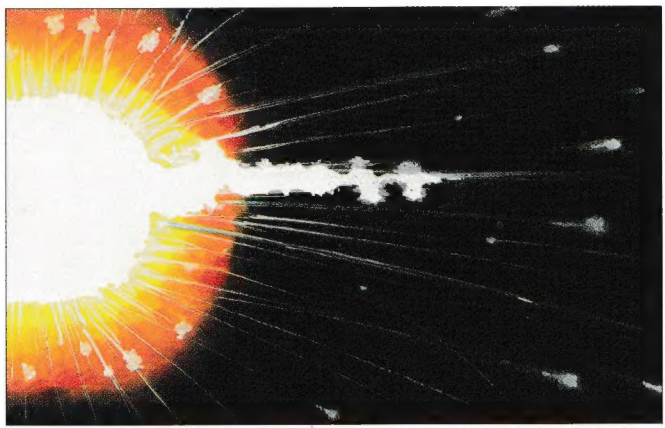
UNIVERS - 1

1 une théorie scientifique
2 l'explosion de la vie sur la Terre
3 un phénomène naturel observable

Big Bang

Le Big Bang est une théorie scientifique à peu près unanimement acceptée par les scientifiques : une gigantesque explosion datant de 15 milliards d'années a provoqué l'expansion de la matière.

1 Le Big Bang est une théorie scientifique



Un rayonnement originel de la période du Big Bang a bien été détecté.

Les physiciens ont élaboré une théorie qui remonte au temps zéro.

La phase initiale de l'Univers

Tout ce que contient l'Univers aujourd'hui, comme matière visible et invisible, était alors rassemblé dans un noyau de dimensions considérablement plus petites qu'un atome et explosa en un temps infiniment petit, selon un processus inconnu, car les lois de la physique que nous connaissons ne s'appliquaient pas alors. Avant ce temps zéro, on se heurte à l'inconnu total qu'on appelle le Mur de Planck. Il n'y a pas d'explication scientifique au Big Bang, mais sa théorie est universellement adoptée et confortée, notamment à la suite de la découverte récente de la lumière "fossile" qui accompagna cette explosion originelle.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

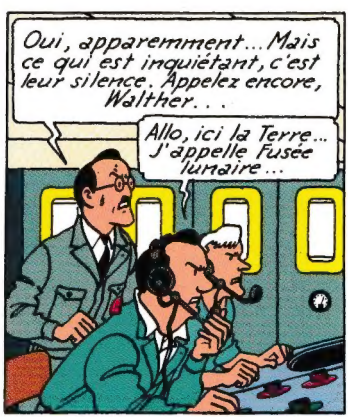
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 36-01

Peut-on se faire une idée de l'échelle de l'Univers ?

1 oui, grâce aux méthodes de mesure en années-lumière

2 non, c'est pratiquement impossible



Échelle de l'Univers

Il existe des millions de galaxies en dehors de la nôtre, situées chacune à des millions ou à des milliards d'années de lumière. Si l'on peut se faire une idée de l'échelle de l'Univers, il est pratiquement impossible d'établir ses dimensions exactes.

1 On peut se faire une idée de l'échelle de l'Univers grâce aux méthodes de mesure en années-lumière

Le diamètre de notre galaxie est de l'ordre de 100 000 années de lumière. Mais celle-ci n'est qu'un spécimen parmi beaucoup d'autres. L'Univers est bien plus vaste qu'on ne l'imaginait autrefois.

On sait aujourd'hui mesurer la distance des étoiles les plus proches, situées à moins de 200 années de lumière (une année de lumière équivaut à 9 460 milliards de kilomètres environ). On observe le déplacement apparent des étoiles sur le fond du ciel, par suite du déplacement de notre planète sur son orbite.

Toujours plus loin

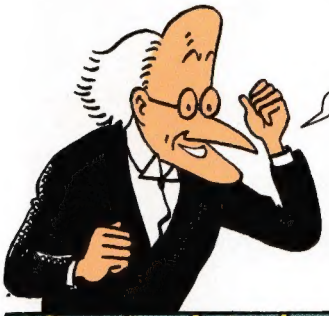
On peut aussi déduire la distance d'étoiles plus lointaines, notamment en comparant leur éclat intrinsèque, donné par la spectroscopie, et leur éclat apparent. Mais l'Univers est bien plus vaste, peuplé de nombreuses galaxies.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

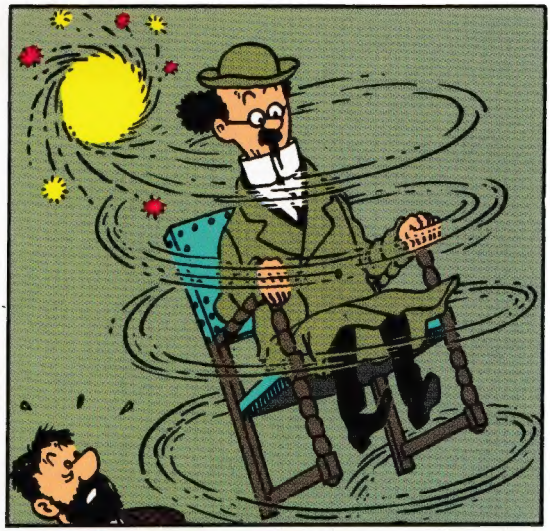
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Frederick /Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 89-11

Comment l'expansion de l'Univers s'est réalisée?



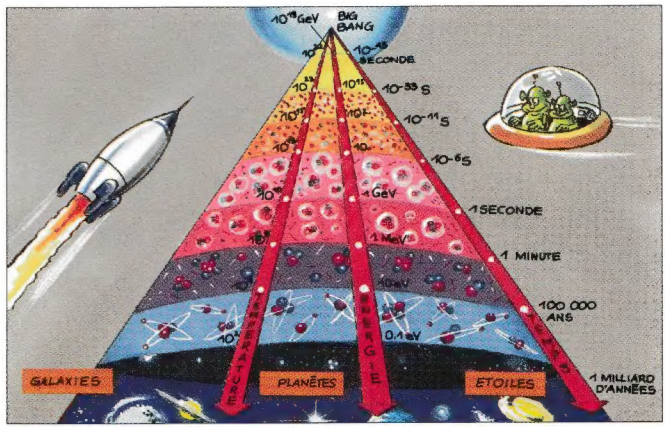
1. elle a démarré lentement
2. elle a atteint très rapidement des dimensions vertigineuses
3. on ne sait pas



Expansion de l'Univers

L'étude des régions éloignées de l'Univers a permis de confirmer la théorie d'un Univers en évolution et non d'un Univers stationnaire qui n'aurait jamais connu de début.

2 L'Univers a atteint très rapidement des dimensions vertigineuses



L'expansion générale de l'Univers illustrée schématiquement.

L'Univers originel issu du Big Bang était incroyablement petit. En quelques fractions de seconde, les évènements de l'histoire cosmique se sont précipités à un rythme hallucinant.

L'Univers se dilate

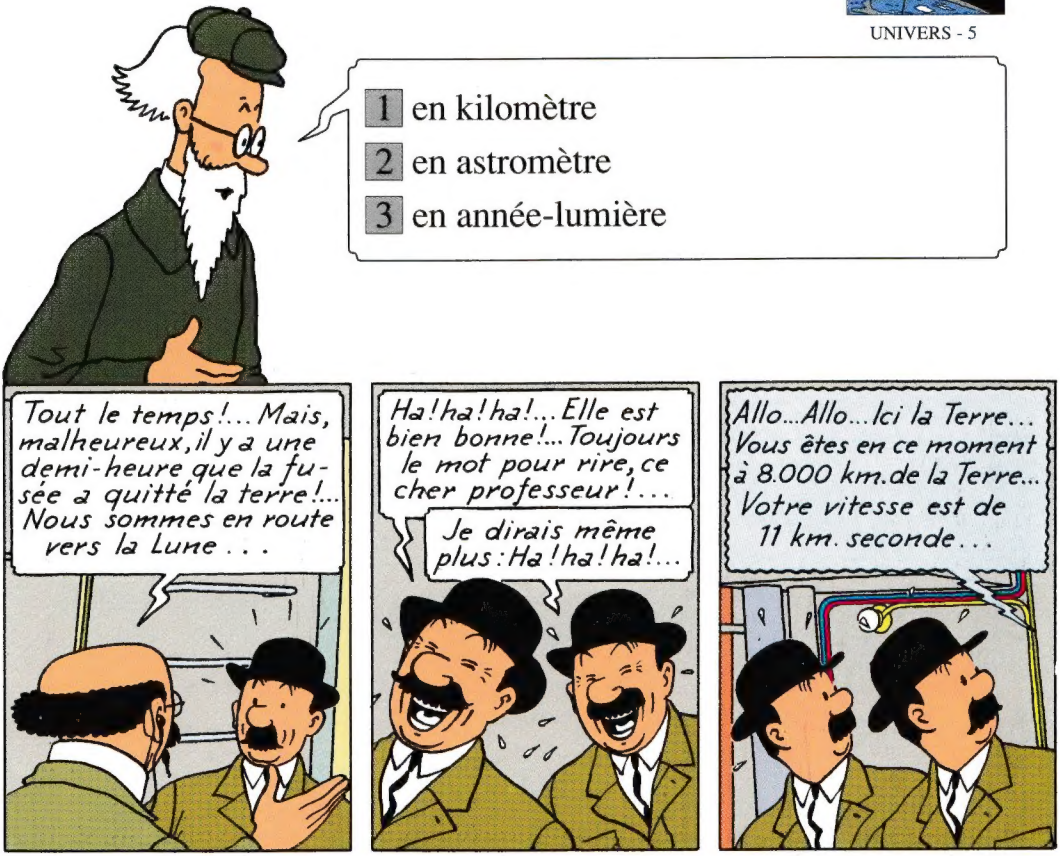
La température et la densité, alors très élevées, ont diminué au cours d'une époque extrêmement brève, permettant à l'Univers d'atteindre des dimensions vertigineuses. Trois minutes après l'explosion, les évènements se sont ralentis considérablement. Mais il faudra attendre 100 millions d'années pour la formation des premières étoiles. Celles-ci se sont regroupées en galaxies qui s'éloignent les unes des autres à grande vitesse. L'Univers continue à se dilater pour s'arrêter probablement quand sa température aura atteint celle du froid absolu.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 36-02

Comment calculons-nous la distance des astres ?



Année-lumière

Les distances célestes sont calculées en année-lumière. L'unité correspond à la distance parcourue par la lumière en une année, soit 9 461 milliards de km.

La Terre fait partie du système solaire, qui, jusqu'à la plus lointaine planète connue, s'étend sur un rayon d'environ 6 milliards de km.

Une unité de longueur

Ce chiffre est minuscule à côté de ceux qu'on doit employer pour mesurer la distance de la majorité des étoiles. Aussi, les astronomes utilisent le temps que met la lumière à franchir de tels espaces.

3 L'année-lumière est l'unité de mesure avec laquelle nous calculons la distance des astres

Des trajets de plusieurs milliers de km comme le tour du monde nous paraissent énormes. Ils sont pourtant bien petits par rapport aux distances célestes.

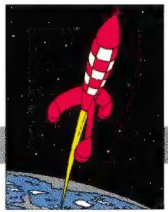
Les ondes lumineuses se propagent à la vitesse de 300 000 km/s. Pour obtenir le nombre de kilomètres que représente une année-lumière, il faut écrire 95 et ajouter 11 zéros ! La lumière franchit la distance qui nous sépare du Soleil en 8 mn. Mais pour d'autres astres, elle ne nous arrive qu'après 10, 50, 1 000 ou quelques milliards d'années de course !

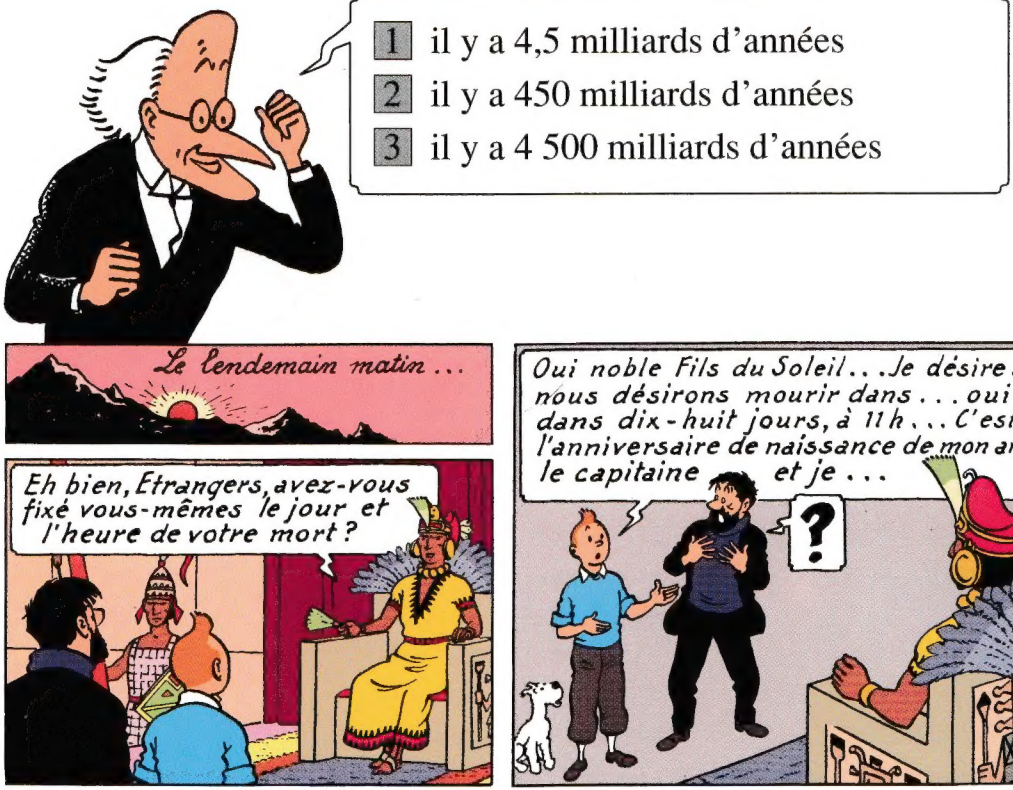
Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Science Source / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 13-10

Quand s'est formé le système solaire ?

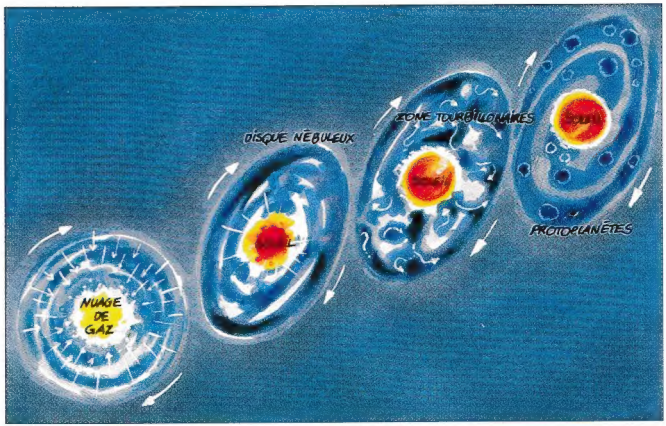




Naissance du système solaire

Le système solaire s'est formé à partir d'un nuage de gaz et de poussière qui s'est contracté il y a environ 4,5 milliards d'années.

1 Le système solaire s'est formé il y a 4,5 milliards d'années



Le système solaire est issu d'une nébuleuse qui se condensa et dont la matière s'organisa en planètes par un processus d'accrétion.

La naissance du système solaire a commencé par la contraction de la nébuleuse présolaire constituée de gaz et de grains minuscules formés, il y a très longtemps, dans les enveloppes froides d'étoiles géantes, et éjectés par ces étoiles dans le milieu interstellaire de notre galaxie.

La matière s'organise

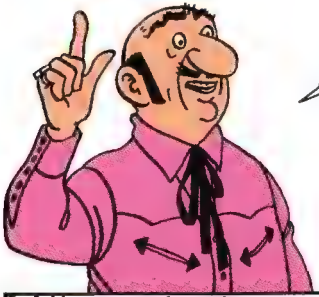
Cette contraction permit d'atteindre une densité et une température suffisantes pour déclencher les réactions nucléaires qui ont permis la naissance du Soleil. Pendant ce temps, les rencontres et les collisions entre les grains de poussière de la nébuleuse entraînent leur agglomération en particules de plus en plus grosses, puis en blocs. Par suite d'un phénomène de rassemblement appelé accrétion, ces blocs ont constitué les planètes.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 45-04

Quelles sont les dimensions du système solaire ?



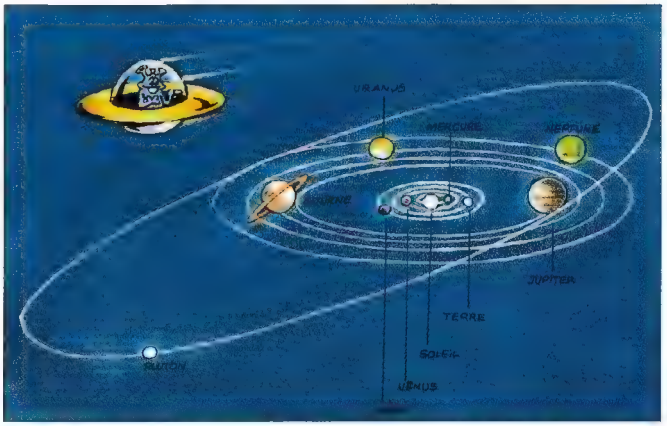
1 la planète la plus lointaine se trouve à près de 6 milliards de km du Soleil

2 la planète la plus lointaine se trouve à 6 millions de km du Soleil

Dimensions du système solaire

La région de l'espace dans laquelle le Soleil exerce une attraction prépondérante constitue le système solaire. Il est difficile d'en préciser les limites et nous n'en connaissons en fait que la partie centrale, la plus voisine du Soleil, où gravitent 9 planètes principales.

1 La planète du système solaire, la plus lointaine du Soleil, se trouve à 6 milliards de km



Distance des planètes par rapport au Soleil. Le système solaire comprend, outre ces 9 planètes principales et leurs satellites, des milliers d'astéroïdes, des comètes et d'innombrables météorites (poussières et particules).

La planète principale la plus lointaine, Pluton, est à 5 900 millions de km du Soleil ; la Terre, elle, se situe à 150 millions de km du Soleil ; Mercure, la plus proche du Soleil, est à 60 millions de km. Mais il existe des poussières et des noyaux de comètes qui peuplent le milieu interstellaire jusqu'à 1 000 milliards de km.

Existe-t-il d'autres systèmes solaires ?

On ne sait pas avec certitude s'il en existe d'autres dans la Galaxie et dans les galaxies extérieures. Les planètes ont un faible éclat comparé à celui de l'étoile autour de laquelle elles gravitent si bien qu'il est difficile de les observer.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 45-06

Quel est l'avenir du système solaire ?

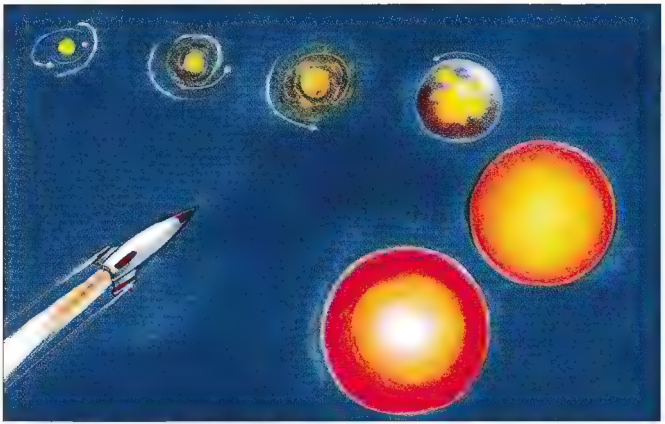
1 une explosion spectaculaire
2 une mort lente
3 un refroidissement rapide

Avenir du système solaire

L'avenir du système solaire est lié à celui du Soleil, une étoile encore jeune mais dont l'évolution lente et fatale est prévisible.

Dans 5 milliards d'années environ, le Soleil aura épuisé ses réserves d'hydrogène et changera de structure.

2 Le système solaire évoluera vers une mort lente



Les planètes ne survivront pas à l'expansion puis à l'effondrement du Soleil.

Une future naine noire

Tout en se contractant au centre, il deviendra plus volumineux et sa température de surface s'abaissera. Puis il deviendra une géante rouge, cent fois plus lumineuse, aux dimensions telles que les planètes comprises dans son orbitre seront détruites. Quand sa température centrale sera suffisante, le Soleil commencera à brûler son hélium ; sa taille s'accroîtra rapidement. La Terre ne survivra pas à cette phase qui verra un Soleil cinquante fois plus gros. Ensuite, l'évolution s'accélèrera : une fois son énergie nucléaire consommée, il deviendra une naine blanche puis noire, ne diffusant plus ni lumière ni chaleur.

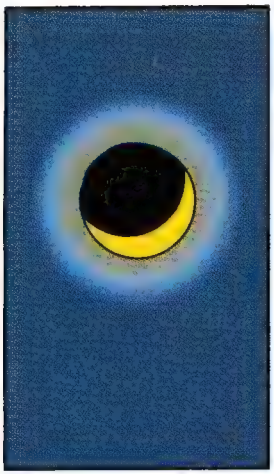
Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 45-05

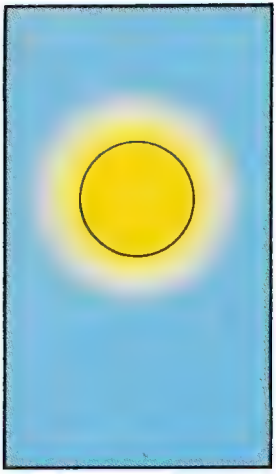
Qu'est-ce que la photosphère ?

1 une lunette pour observer le Soleil

2 la couche lumineuse de surface du Soleil

3 la partie interne du Soleil



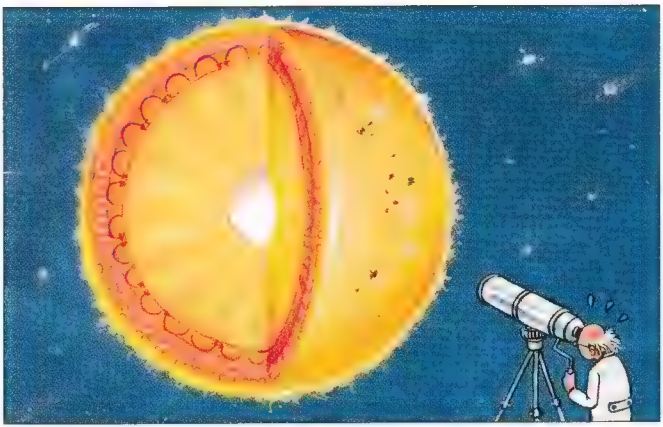


Photosphère

La photosphère forme la surface lumineuse du Soleil. C'est elle qui produit la quasi-totalité du rayonnement visible à l'oeil nu.

La photosphère, couche de surface recouvrant le soleil, est d'une faible épaisseur relative (200 km). Elle n'est pas aussi régulière qu'il y paraît. On peut y voir de mulltiples petits points brillants. Ces granules, petits à notre échelle, sont des bulles de gaz chauds et brillants animés d'un mouvement de bouillonnement de 1 500 km de diamètre ou plus. Les colonnes de gaz en ascension sont brillantes, celles qui descendent sont sombres.

2 La photosphère est la couche lumineuse de surface du Soleil



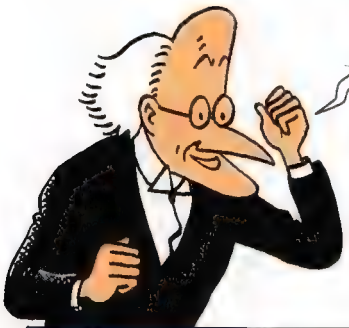
Il est très dangereux d'observer le Soleil directement, que ce soit avec des jumelles ou un télescope car l'observateur risquerait de devenir aveugle. Il faut donc l'observer indirectement, par projection de son image.

Presque toute la lumière visible est émise par la photospère

Sa température atteint en moyenne 5800°C. La structure de la photosphère que l'on peut observer à l'aide d'une lunette astronomique spéciale est révélée par l'étude du champ magnétique puissant qui y règne et qui explique partiellement ces mouvements convectifs et ces turbulences.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabaries
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 37-01

La Terre est-elle la seule planète à tourner autour du Soleil ?



1 la Terre est la seule planète qui tourne autour du Soleil

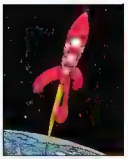
2 des millions de planètes tournent autour du Soleil

3 9 planètes tournent autour du Soleil

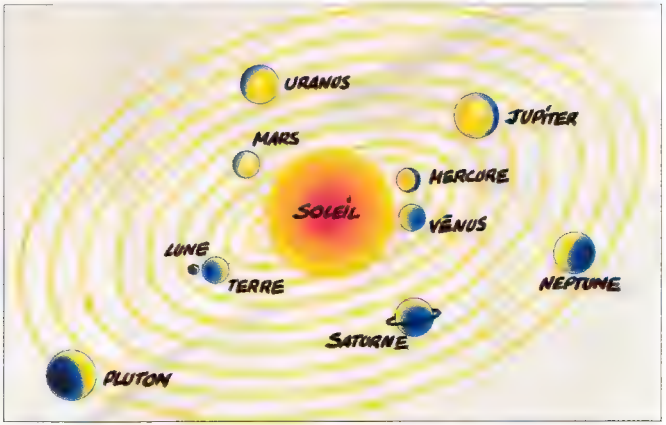
Planète

Autour du Soleil, tournent continuellement 9 planètes, dont notre Terre.

3 9 planètes tournent autour du Soleil



Le Soleil, une étoile parmi 100 milliards d'autres, est le centre du système solaire auquel notre planète appartient.



L'astronome Nicolas Copernic (1473-1543) démontra le premier que la Terre tourne autour du Soleil avec les autres planètes.

Les planètes du système solaire

Ce sont, en partant des plus proches du Soleil : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton. La Terre se situe entre Vénus et Mars.

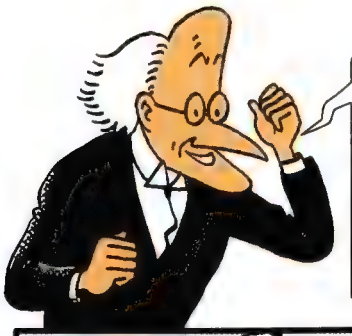
Mercure, Mars et Pluton sont des planètes assez petites, avec un sol dur sur lequel on pourrait courir. La Terre est une planète solide, dense, aux dimensions voisines de celles de Vénus. Elle est assez éloignée du Soleil pour ne pas être brûlante. Au contraire, Vénus est une planète très chaude : il règne sur son sol une chaleur de près de 500° C. Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont géantes et gazeuses.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 01-13

A quoi correspondent les taches noires, à la surface du Soleil ?



1 à des régions moins chaudes que le reste de la surface solaire

2 à des zones plus chaudes que le reste de la surface solaire

Taches solaires

La surface du Soleil est parsemée de taches noires. Ce sont des zones où règnent des champs magnétiques extrêmement intenses. Elles n'apparaissent sombres que par un pur effet de contraste : la température de ces régions atteint 4 000 à 4 500 °C, alors que celle du reste de la surface solaire approche les 6 000 °C. Cet écart se traduit par une différence de brillance.

1 Les taches noires correspondent à des zones moins chaudes que le reste de la surface du Soleil

Les taches sont un des phénomènes de l'activité solaire. Leur nombre et leur importance varient suivant un cycle moyen de 11 ans : à certaines époques, le Soleil en est dépourvu, à d'autres, il en présente beaucoup.

Ces taches n'apparaissent que dans certaines régions du Soleil, dites zones royales, et sont souvent associées par paires ou parfois réunies en groupes de très grandes dimensions : plusieurs centaines de milliers de kilomètres !

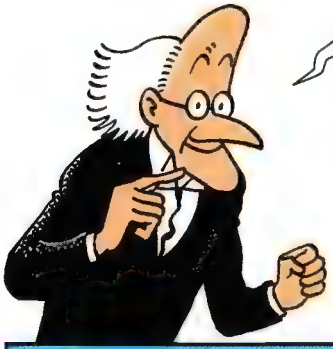
Les taches évoluent

Vue sous un fort grossissement, une tache solaire se présente sous l'aspect d'un noyau très sombre entouré d'une zone grisâtre filamenteuse. Elle change d'aspect et de taille d'un jour sur l'autre et ne subsiste que quelques semaines tout au plus.

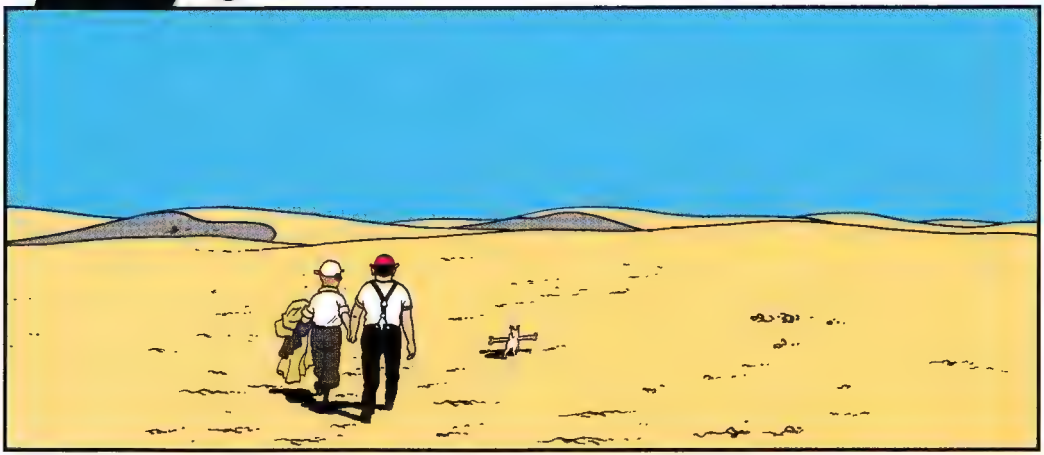
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sanford / Science Photo Library / Cosmos
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 73-19

Quelle est la première source d'énergie sur la terre ?



1 les rayons du soleil
2 le pétrole
3 le vent



Rayons du soleil

Exception faite de la géothermie (chaleur qui provient du centre de la terre), nous devons au soleil toutes les autres énergies : la biomasse (les végétaux), l'énergie hydraulique (les rivières), l'énergie éolienne (les vents), et, avec l'aide de la lune, l'énergie des marées. C'est aussi au soleil que l'on doit le pétrole, le charbon.

1 Les rayons du soleil constituent la première source d'énergie sur la terre

L'énergie solaire n'est plus de la science-fiction : des milliers de toits photovoltaïques sont déjà en fonctionnement.

Contrairement au pétrole ou au charbon, le soleil fournit une énergie inépuisable : chaque jour, les rayons du soleil répandent sur la terre au moins 30 000 fois plus d'énergie que nous en consommons.

Capteurs solaires

Grâce à des capteurs solaires, nous savons transformer la lumière du soleil en électricité : les satellites qui nous permettent de recevoir le téléphone ou la télévision, les pompes à eau du Sahel sont alimentés par des photopiles. Quelques mètres carrés de capteurs solaires permettent d'assurer, suivant le pays, l'eau chaude de toute une maisonnée.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo STF / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 80-19

La Terre est-elle plus proche du Soleil en été ?

1 elle est plus proche en été qu'en hiver

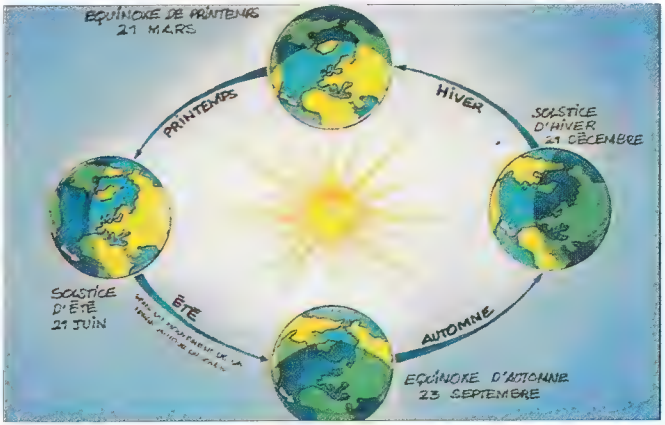
2 elle est à peu près à la même distance toute l'année

3 elle est beaucoup plus éloignée en été

Terre

Pendant toute l'année, la Terre reste à peu près à la même distance du Soleil : environ 150 millions de km.

2 La Terre est à peu près à la même distance du Soleil, toute l'année



La Terre tourne autour du Soleil en décrivant une orbite en forme d'ellipse. Son voyage dure un an, le temps de quatre saisons. La chaleur de l'été vient du fait que le Soleil reste plus longtemps à l'horizon, que ses rayons tombent plus droits sur nos têtes.

Un axe penché

Le froid de l'hiver, la chaleur de l'été proviennent du fait que la Terre est "penchée" pendant qu'elle tourne autour du Soleil. Son axe – la ligne qui rejoint les deux pôles – n'est pas vertical mais toujours incliné dans l'espace.

La cause des saisons

Au fur et à mesure que la Terre tourne autour du Soleil, dans chaque hémisphère, l'inclinaison des rayons du Soleil par rapport à la verticale varie, et il en résulte une variation de la quantité de chaleur reçue au sol. L'été, le pôle Nord est incliné vers le Soleil et dans les régions de l'hémisphère nord, le chemin que décrit le Soleil entre son lever et son coucher est plus long qu'aux autres saisons.

Extrait de l'album ***L'Étoile mystérieuse***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 02-12

Qu'appelle-t-on un cycle solaire ?

1 c'est le cycle annuel des saisons
2 c'est une période de 28 ans
3 c'est une période pendant laquelle le Soleil est plus lumineux

Cycle solaire

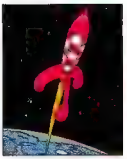
Tous les 28 ans, on retrouve des années identiques dans leur composition des jours.

Un cycle astronomique est une période comportant un nombre déterminé d'années à la fin desquelles des phénomènes astronomiques se reproduisent dans le même ordre.

1992, 2020, etc.

Dans le cas du Soleil, on s'est aperçu rapidement que tous les 28 ans, l'année recommençait par le même jour de la semaine, à la même date du mois. Ainsi, en 1992, Noël eut lieu un vendredi 25 décembre, l'armistice, un mercredi 11 novembre, la Toussaint, un dimanche 1er novembre, la fête de l'Assomption, un samedi 15 août, etc. Il faudra attendre l'année 2020 pour retrouver la même configuration. Certaines fêtes religieuses ne doivent pas être incluses dans le cycle solaire. Leurs dates sont variables car elles dépendent du dimanche de Pâques, fixé au 1er dimanche suivant la première pleine lune du printemps.

2 Un cycle solaire est une période de 28 ans



La fête de Pâques est une réjouissance, chaque année sa date change, elle ne fait pas partie du cycle solaire.

Extrait de l'album *Le Lotus Bleu*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo B. Perigois / Option Photo
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-03

Le Soleil peut-il avoir des éruptions ?

1 oui, ces éruptions sont analogues à celles des volcans

2 oui, ces éruptions sont des jets de matière brillante dans la couronne solaire

Éruption solaire

Les éruptions solaires traduisent la vie mouvementée de cet astre. Ce sont des émissions dans l'espace de particules très fortement accélérées et dotées de très hautes énergies.

Ces puissantes émanations peuvent avoir, dans certains cas, des dimensions égales à la distance Terre-Lune (300 000 km). Le Soleil expulse alors une grande quantité de particules qui vont bombarder l'environnement terrestre.

Effets sur la Terre

Le Soleil émet sans arrêt un flot de particules chargées d'électricité (le vent solaire). Notre atmosphère ainsi que le bouclier géant que forme son champ magnétique piègent ce vent avant qu'il n'atteigne la Terre, sauf au niveau des pôles où le passage se fait par 2 trous. Cette intrusion dans l'atmosphère déstabilise les particules, provoquant des aurores boréales. Ces gigantesques voiles multicolores apparaissent dans le ciel lors des éruptions solaires, quand le vent solaire est plus violent.

2 Les éruptions solaires sont des jets de matière brillante dans la couronne solaire

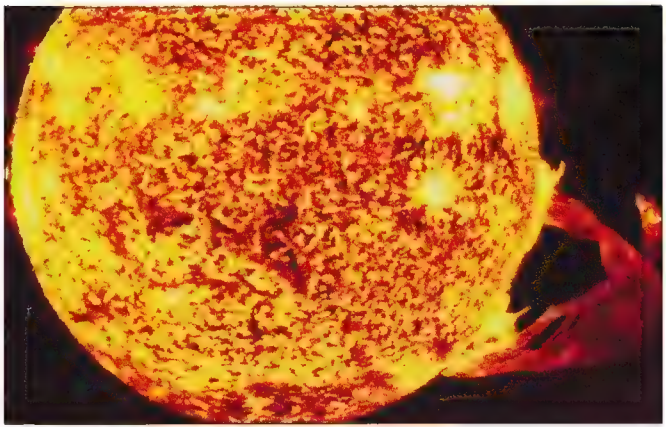


Image satellite d'une éruption solaire. Ces éruptions peuvent provoquer sur la Terre des aurores boréales, mais aussi perturber des lignes téléphoniques, les communications radio ou créer des coupures de courant intempestives.

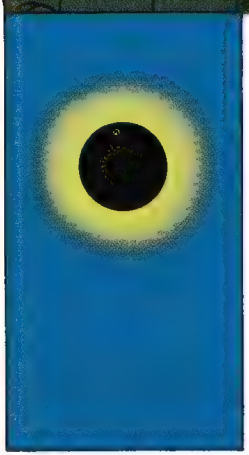
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-03

Qu'est-ce qu'une éclipse de Soleil ?

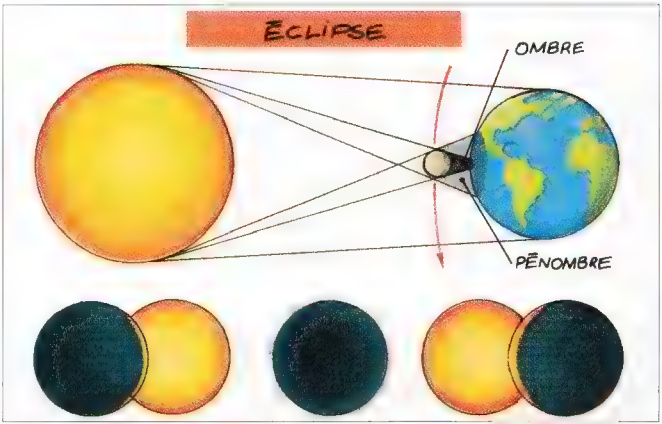
1 la disparition temporaire de l'astre
2 une éruption solaire
3 la diminution momentanée de l'énergie solaire



Éclipse

Une éclipse de Soleil se produit pour un observateur terrestre quand la Lune passe devant le disque solaire et vient le cacher.

1 L'éclipse de Soleil est la disparition temporaire de l'astre



Éclipse partielle. Le phénomène de disparition du Soleil n'est que relatif : il n'est caché qu'aux observateurs situés à un certain endroit de la Terre.

Vus de la Terre, le Soleil et la Lune ont le même diamètre apparent; mais, en réalité, le Soleil est beaucoup plus gros que la Lune, seulement, il est plus loin. Voilà pourquoi nous pouvons observer ce phénomène, de notre Terre.

Une brève disparition

Le maximum de durée d'une éclipse totale est de 8 mn à l'Équateur et de 6 mn à la latitude de Paris. De plus, une éclipse n'est observable que sur une portion limitée de la surface terrestre. Il y a au moins une éclipse de Soleil par an, mais visible chaque fois en un endroit différent de la Terre. Les éclipses totales sont des phénomènes rares : au XX^{e} siècle, en France, il y a eu une éclipse totale en 1912, une autre en 1961, la prochaine surviendra en août 1999.

Extrait de l'album ***Le Temple du Soleil***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bova /Science Source / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 05-13

Pourquoi dit-on que le Soleil se lève et se couche ?

1 parce qu'il se déplace dans l'espace

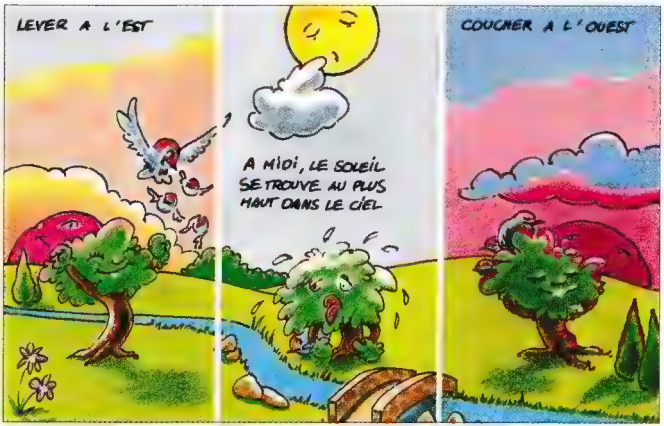
2 parce qu'il apparaît le matin et disparaît le soir, bas sur l'horizon

Lever du Soleil

Chaque jour, le Soleil semble décrire un grand arc de cercle dans le ciel. Pourtant, le Soleil est immobile. Il ne se lève ni ne se couche jamais. C'est la terre, en tournant sur elle-même, qui nous donne cette impression de mouvement.

Le matin, le Soleil se "lève" à l'est, puis il monte dans le ciel. A midi (heure solaire), il est au plus haut, puis il passe au sud et redescend "se coucher" vers l'ouest. C'est parce que la Terre tourne sur elle-même d'ouest en est que le Soleil paraît se déplacer en sens inverse, dans le ciel. Cette course apparente du Soleil dans le ciel est différente chaque jour de l'année.

2 On dit que le Soleil se lève et se couche parce qu'il apparaît et disparaît, bas sur l'horizon



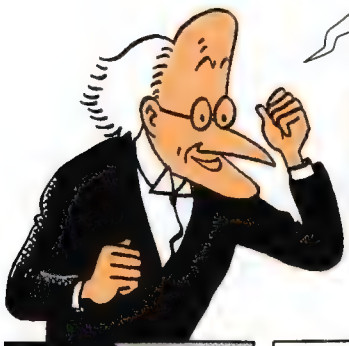
Chez nous, au printemps, en été, le Soleil éclaire la Terre plus longtemps qu'en automne et en hiver. Chaque jour, le bulletin météorologique donne les heures de "lever" et de "coucher" du Soleil.

Lève-tôt, couche-tard

La Terre tourne aussi autour du Soleil en un an. Elle se déplace sur un axe qui va du pôle Nord au pôle Sud. Cet axe étant incliné, la Terre se présente chaque jour de manière différente face au Soleil. Cela explique pourquoi la durée du jour varie de celle de la nuit.

Extrait de l'album *Tintin au Congo*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 57-15

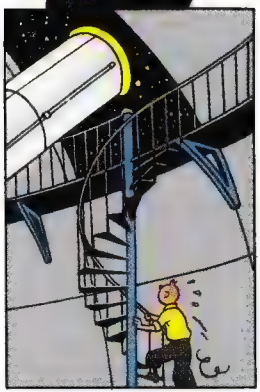
Comment naissent les étoiles ?



1 à partir de fines poussières et de gaz qui se rassemblent

2 à partir de la désintégration des planètes

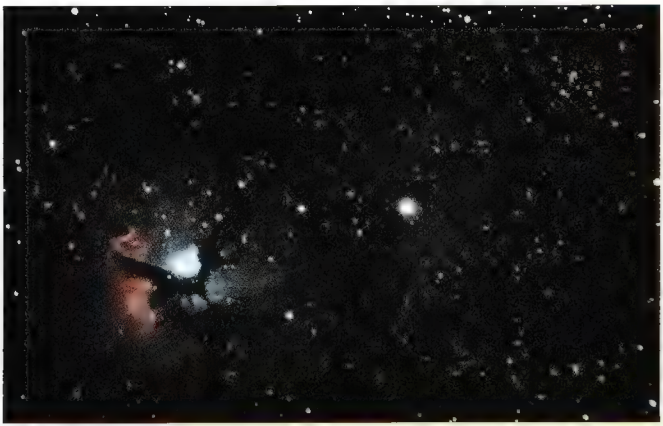
3 à partir de particules venant du soleil



Étoile

Les étoiles sont d'abord des nuages de gaz et de poussières qui se contractent, s'échauffent et se mettent à briller.

1 Les étoiles se forment à partir de fines poussières et de gaz qui se rassemblent



Les étoiles naissent souvent par groupes dans de gigantesques nuages. Il en naît à chaque instant dans l'univers.

Les fines poussières qui se rassemblent forment de grandes masses qui peu à peu se tassent, se contractent. Plus la masse se contracte, plus les gaz enfermés s'échauffent. A un certain moment, l'étoile se met à briller.

D'immenses sphères de gaz très chauds

Les étoiles brillent de leur propre lumière en transformant leur gaz principal, l'hydrogène, en un autre gaz, l'hélium. Cette transformation dégage de la chaleur pendant des milliards d'années. Quand l'étoile a brûlé son hydrogène, elle se dilate, explose, puis s'effondre, et finalement s'éteint.

Des myriades d'étoiles

Les astronomes, grâce à leurs puissants télescopes, en dénombrent des centaines et des centaines de millions.

Extrait de l'album ***L'Étoile mystérieuse***

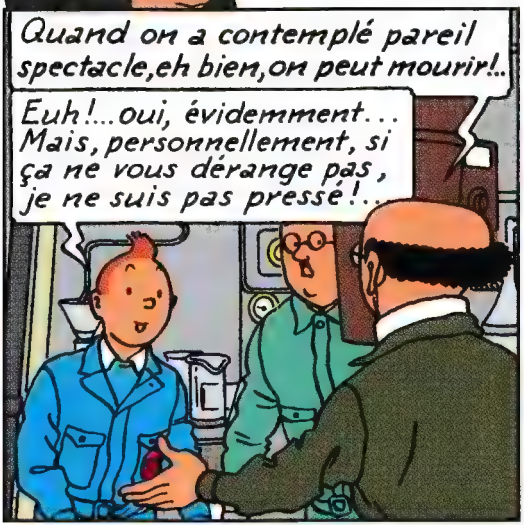
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Science Source / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 05-05

Les étoiles sont-elles toutes semblables ?

1 oui, mais elles semblent diverses à cause de l'éventail de leur distance

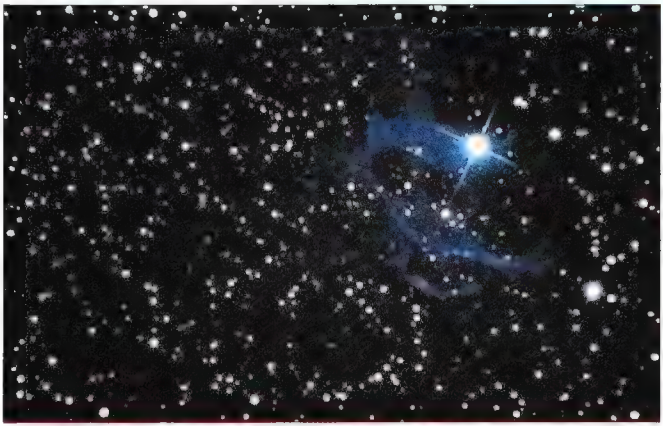
2 non, les étoiles sont diverses car elles n'ont pas toutes le même âge



Diversité des étoiles

Certaines sont très brillantes, d'autres à peine visibles. Cela tient à leur éloignement différent de la Terre, à leurs dimensions variées, à leur âge. Car une étoile naît, vit et meurt, et sa durée de vie est très variable.

2 La diversité des étoiles est due à leur âge



Il y a des étoiles de toutes les couleurs : blanches, bleues, jaunes, rouges… Cela vient de ce que leur surface est plus ou moins chaude.

Les étoiles ont en commun de naître d'une concentration de gaz et de poussières interstellaires qui arrive à une densité telle que des réactions thermonucléaires s'amorcent. Quand le combustible nucléaire s'épuise, selon leur masse, elles s'éteignent ou explosent.

Dans l'océan des étoiles

Il existe donc des petites et des grosses étoiles, des étoiles très brillantes ou à peine décelables. Les différentes phases de leur vie permettent de les cataloguer en étoiles jeunes, géantes rouges ou bleues, naines blanches ou noires, étoiles à neutrons ou pulsars, quasars, etc. Les étoiles sont regroupées par milliards en amas (galaxies, nébuleuses).

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

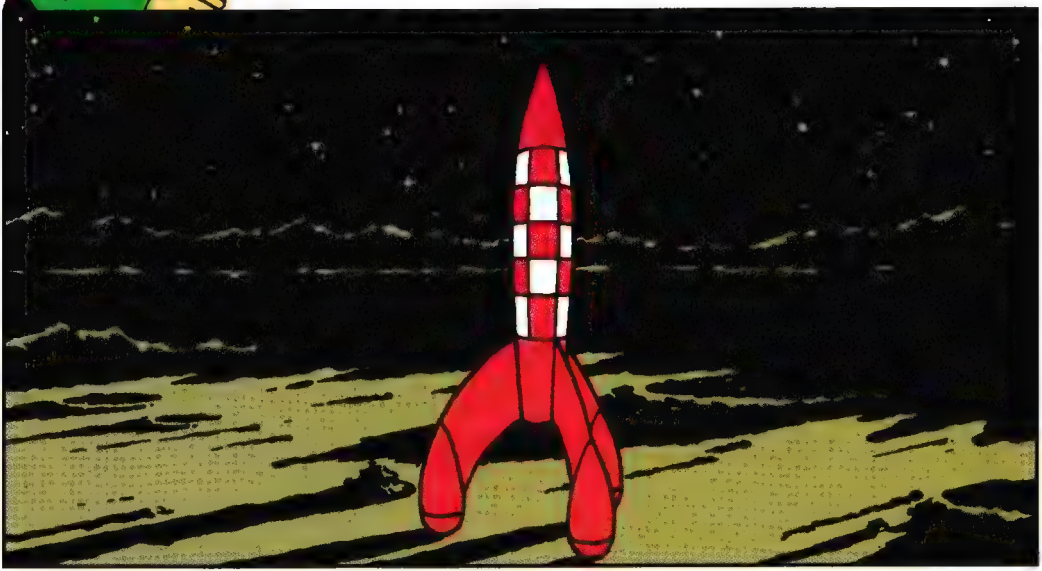
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo DR / Gamma
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 85-19

Les étoiles sont-elles des points fixes dans le ciel ?

1 non, les étoiles se déplacent les unes par rapport aux autres

2 oui, elles sont immobiles



Mouvement des étoiles

Les figures que dessinent les constellations dans le ciel se déforment lentement, les étoiles qui les composent se déplaçant les unes par rapport aux autres. A ce mouvement réel, s'ajoute, pour nous, un mouvement apparent.

1 Les étoiles se déplacent les unes par rapport aux autres

Si un jour on voit l'étoile E passer à la verticale de la cheminée à minuit… le lendemain, on la voit passer au même point du ciel à 23 h 56 mn. On pourra l'observer tant que son lever ne surviendra pas en plein jour.

Si tu repères une constellation dans le ciel et que tu reviens quelques heures plus tard, tu pourras remarquer qu'elle s'est déplacée. Ce mouvement apparent est dû à la rotation de la Terre : le ciel paraît tourner en bloc d'est en ouest, mais, en réalité, c'est la Terre qui tourne sur elle-même en sens inverse. La nuit suivante, aux mêmes heures, tu remarqueras que le ciel reprend son aspect initial.

A chaque saison son ciel

En fait, la rotation apparente du ciel ne se fait pas en 24 h (jour solaire) mais en 23 h 56 mn (jour sidéral). En s'accumulant au fil des jours, cette différence fait que l'aspect du ciel change au cours de l'année.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 85-20

Qu'appelle-t-on un spectre stellaire ?

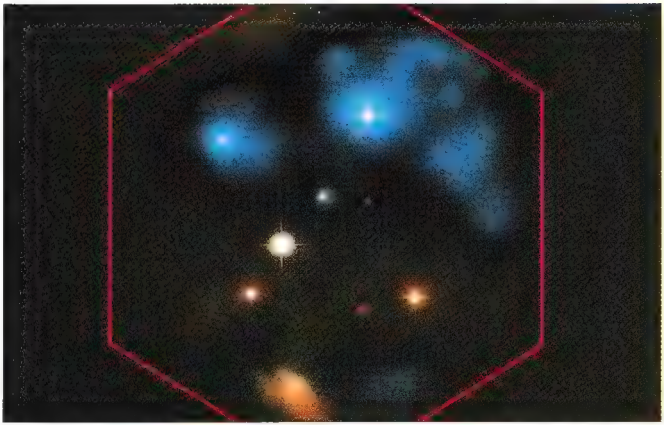
1 la décomposition de la lumière émise par les étoiles

2 une échelle graduée permettant de mesurer l'éclat des étoiles

Spectre stellaire

Grâce au spectroscope, un appareil qui décompose la lumière des étoiles, les astrophysiciens peuvent connaître les substances qui les constituent et les conditions physiques qui règnent à leur surface.

1 Un spectre stellaire est la décomposition de la lumière émise par les étoiles



L'analyse spectrale permet de déchiffrer le message transmis par la lumière : on peut ainsi définir la composition chimique des étoiles et leur température.

Dès 1666, Newton avait observé que la décomposition de la lumière blanche du Soleil, par un prisme, donne un spectre où se succèdent les différentes couleurs de l'arc-en-ciel.

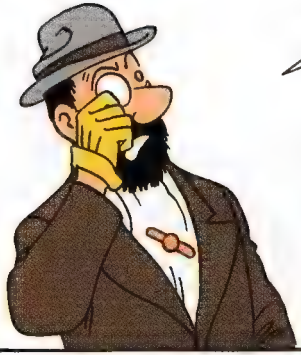
La lumière : une signature

Avec l'apparition de puissants télescopes, on put étudier les spectres d'autres étoiles beaucoup plus lointaines. On s'aperçut qu'elles émettaient des rayons différents correspondant aux divers éléments chimiques qui les composent. Grâce au spectroscope qui permet de matérialiser sous forme de graphique les raies sombres ou brillantes d'un spectre stellaire, on put ainsi déceler les corps présents dans des étoiles situées à plusieurs milliers d'années-lumière.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bensusen / Science Photo Library / Cosmos Imprimé en CEE
© MCMXCIII. Edito-Service S.A. D2 491 73-20

Qu'est-ce qu'une géante rouge ?



1 une étoile géante très chaude
2 un rassemblement de gaz chauds et d'étoiles jeunes
3 une étoile plutôt froide en fin de combustion nucléaire

Géante rouge

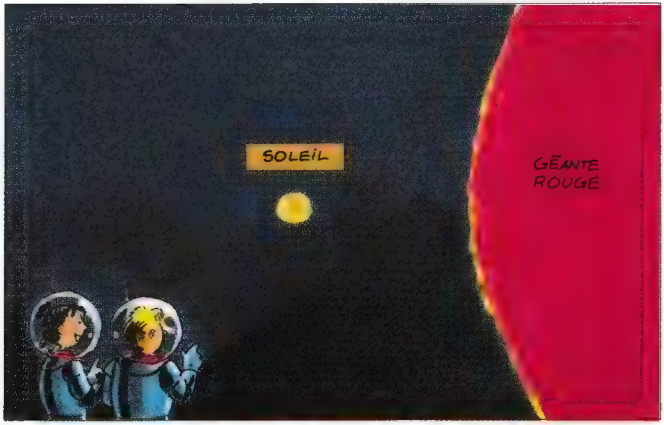
Une géante rouge est une étoile de grande dimension, à très forte luminosité, de couleur virant au rouge à cause de sa faible température de surface.

La vie d'une étoile est une suite de périodes paisibles de combustion nucléaire assurant une température élevée de surface (étoiles brillantes blanches) entrecoupées de phases de modifications quand l'étoile a temporairement épuisé ses ressources nucléaires.

Une étoile passe 2 fois dans l'état de géante rouge

D'abord quand l'hydrogène du coeur s'est transformé en hélium puis quand cet hélium, en brûlant, s'est transformé à son tour en carbone et en oxygène. Chaque fois, ce phénomène est accompagné d'une énorme dilatation de l'enveloppe de l'étoile et d'un refroidissement de surface donnant la couleur rouge à l'étoile de forte luminosité par suite de sa dimension. Antarès, dans la constellation du Scorpion, est une supergéante rouge d'un diamètre de 400 fois celui du Soleil.

3 Une géante rouge est une étoile plutôt froide, en fin de combustion nucléaire



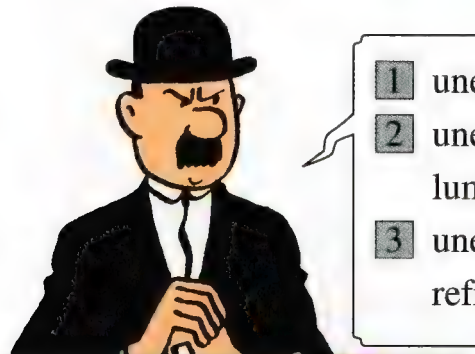
Les géantes rouges sont beaucoup plus lumineuses que le Soleil.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

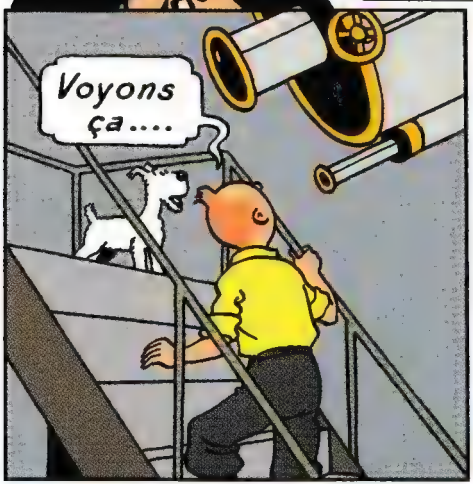
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

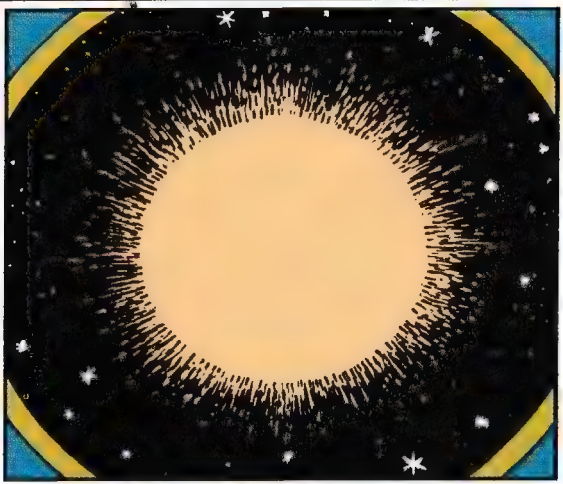
Imprimé en CEE
D2 491 36-03

Qu'est-ce qu'une naine blanche ?



1 une étoile éclatante de lumière
2 une étoile filante émettant une lumière blanche
3 une étoile en fin de phase de refroidissement





Naine blanche

Une naine blanche est une étoile compacte arrivée au terme de son évolution. Elle a perdu une grande partie de sa masse mais rayonne encore.

La découverte des naines blanches permet d'expliquer l'évolution des étoiles.

3 Une naine blanche est une étoile en fin de phase de refroidissement

L'étoile, après l'épuisement de son combustible nucléaire, s'effondre et se transforme en naine blanche, très petite mais extrêmement dense. Finalement, l'étoile s'éteint et devient une naine noire.

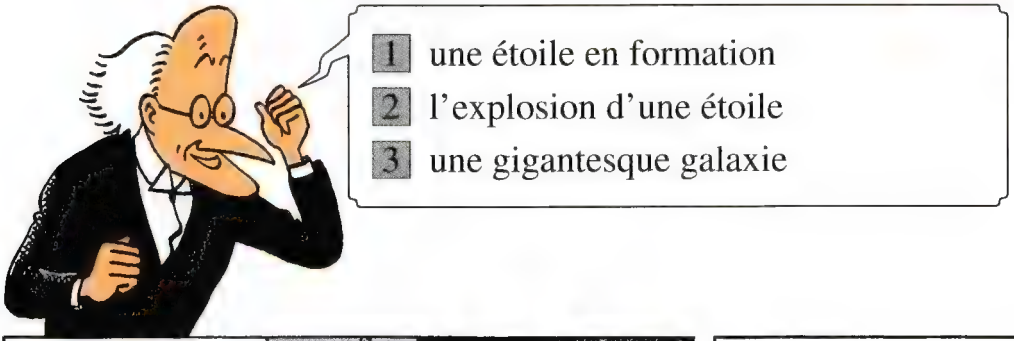
Des naines blanches aux naines noires

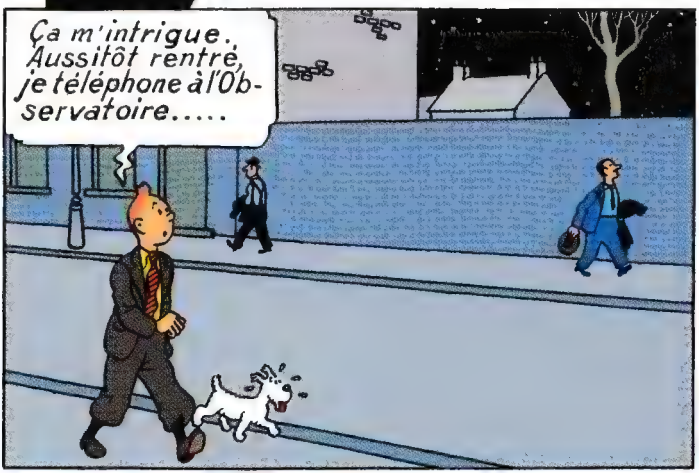
Leurs dimensions initiales sont inférieures à 1,5 fois le rayon solaire. Mais, arrivées au terme de leur évolution par épuisement de leurs ressources nucléaires internes, elles présentent une densité fabuleuse (1 cm^3 de sa matière peut peser 100 t), ce qui leur donne un éclat particulier. Elles ont une luminosité de 100 à 100 000 fois inférieure à celle du Soleil. L'étoile moribonde évolue ensuite vers l'état de naine noire, en s'éteignant peu à peu après avoir rayonné dans l'espace leur chaleur interne. Leur mort est différente de celle des étoiles plus grosses qui finissent en explosant en supernovae.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 36-04

Qu'est-ce qu'une supernova ?

UNIVERS-24





Supernova

L'explosion d'une étoile qui marque la fin de sa vie se manifeste par un flash lumineux d'un éclat considérable. Elle est rarement visible depuis la terre car ce phénomène est éphémère et atténué par la distance.

Une supernova se distingue d'une nova par son ampleur bien plus importante.

Un phénomène rare

On observe, en moyenne, une supernova par siècle dans une galaxie. La plus ancienne a été vue en l'an 1054, par un astronome chinois, dans la constellation du Taureau et a donné comme résidu la nébuleuse du Crabe. Les supernovae s'observent beaucoup plus communément dans les galaxies extérieures, parce que celles-ci sont très nombreuses. A son maximum d'éclat, une supernova a une luminosité qui est 10 millions de fois supérieure à celle du Soleil. L'énergie libérée est alors considérable et la matière est éjectée à des vitesses de plusieurs milliers de km/s.

2 Une supernova est l'explosion d'une étoile

Lors de l'explosion, l'étoile, éjectée, constitue un reste de supernova, observé sous la forme d'une nébuleuse en expansion. La fraction de masse non éjectée, compacte, forme une étoile à neutrons.

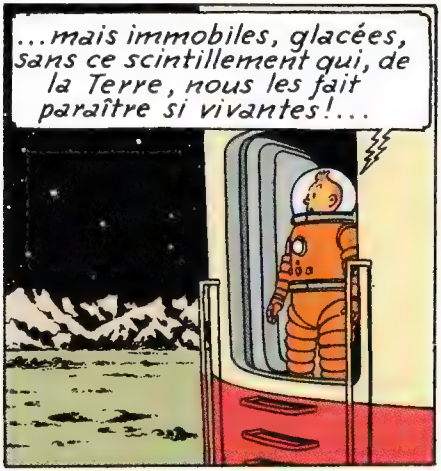
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Galaxy Contact
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-01

Qu'est-ce qu'une nébuleuse ?

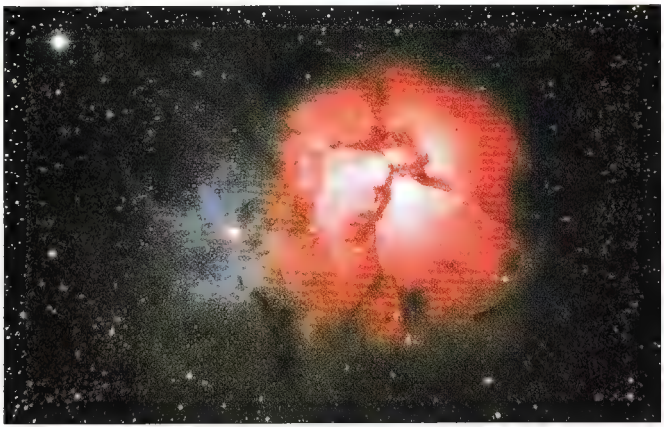
1. un nuage de gaz et de poussières
2. un amas d'étoiles lointaines et lumineuses
3. un amas d'étoiles petites et peu lumineuses



Nébuleuse

Les nébuleuses sont des amas de gaz et de poussières du milieu interstellaire de notre galaxie et des autres galaxies. Leur contour flou fait penser à des nuages.

1 Une nébuleuse est un nuage de gaz et de poussières



Les nébuleuses sont des amas de matière cosmique de nature gazeuse ou de poussières. Elles brillent si une étoile les illumine, telle la nébuleuse Trifide.

Lorsque la nébuleuse est située à proximité d'une ou de plusieurs étoiles, les nuages deviennent lumineux et peuvent être observés. Ces nébuleuses brillantes réfléchissent et diffusent la lumière de ces étoiles par les poussières qu'elles contiennent. Les nébuleuses brillantes ont des dimensions de l'ordre de quelques dizaines d'années de lumière et leur masse est de quelques milliers de fois celle du Soleil. Certaines parties lumineuses sont parfois cachées par de la matière obscure, loin de toute étoile excitatrice. Il s'agit de nébuleuses obscures.

Restes de Supernovae

Le rayonnement de ces nébuleuses, liées aux restes de supernovae, n'est pas dû à la présence d'étoiles chaudes.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Galaxy Contact
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-02

Qu'est-ce que les pulsars ?

UNIVERS - 26

1 des étoiles émettant des impulsions lumineuses

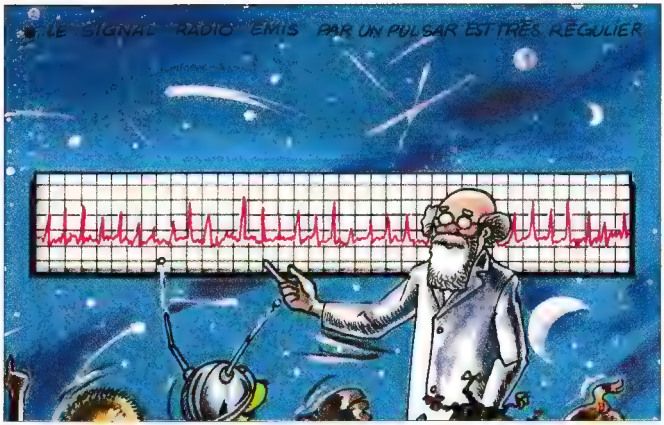
2 des étoiles très chaudes

3 des constellations éloignées

Pulsar

Les pulsars sont des étoiles extrêmement petites, qui tournent sur elles-mêmes très rapidement. Ils émettent des signaux sous forme d'éclairs lumineux. Leur cadence de rotation est proche de celle d'un phare.

1 Les pulsars sont des étoiles émettant des impulsions lumineuses



Le signal radio émis par un pulsar est très régulier.

La découverte des pulsars, en 1967, par des radioastronomes de Cambridge, a été l'événement le plus marquant des 25 dernières années de l'astronomie.

Des étoiles à neutrons en rotation rapide

Les pulsars sont des étoiles très compactes, d'un rayon de quelques kilomètres, mais d'une densité incroyable, de centaines de milliers de tonnes au mm^3, au point que notre matière a cessé d'exister : il n'y a plus qu'un amas concentré de neutrons, d'où leur nom d'étoile à neutrons. Un pulsar tourne sur lui-même à une vitesse considérable, atteignant jusqu'à 2 tours par seconde. A chaque tour, il se comporte comme une source émettant des éclairs lumineux et des émissions radio balayant le ciel d'un faisceau lumineux.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y.Tabarliés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 54-11

Comment s'appelle la galaxie dont fait partie la Terre ?

1 la galaxie d'Andromède
2 le grand nuage de Magellan
3 la Voie lactée

Voie lactée

Le Soleil et son système, auquel appartient la Terre, ne sont pas isolés dans l'univers. Ils appartiennent à un gigantesque ensemble de quelque 100 milliards d'étoiles appelé Galaxie.

3 La galaxie dont fait partie la Terre s'appelle la Voie lactée

Le Voie lactée n'est qu'une des innombrables galaxies qui peuplent l'univers. Le Soleil et son système se situent dans un des bras de la Voie lactée, à 30 000 années-lumière du centre de la Galaxie.

Notre galaxie, la Voie lactée, appelée aussi Chemin de Saint-Jacques, a la forme d'une spirale, avec des bras nombreux, serrés et bien déroulés qui se rassemblent tous au centre en un noyau lumineux. Vue sous un certain angle, elle ressemble à une immense roue aplatie. Les étoiles y sont réparties assez inégalement. De la Terre, on peut observer par temps clair, une partie de la Voie lactée.

Elle tourne sur elle-même

Notre galaxie est animée d'un mouvement de rotation, entraînant tout son cortège d'étoiles et de planètes, dont la Terre, à travers l'univers. Cette ronde dans l'espace se boucle en 250 milliards d'années !

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sipa Press
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 09-17

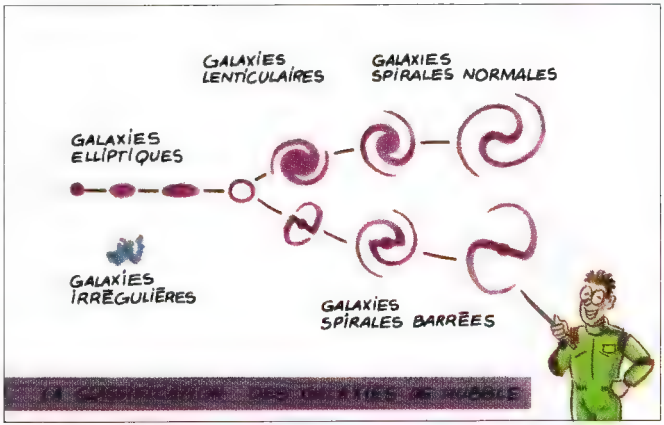
Qu'est-ce qu'une galaxie ?

1 un amas d'étoiles
2 une étoile géante
3 un autre nom de l'Univers

Galaxie

Une galaxie regroupe des centaines de milliards d'étoiles. Certaines ont une structure en spirale, d'autres sont elliptiques et ont un diamètre de 20 000 à 100 000 années-lumière.

1 Une galaxie est un amas d'étoiles



Les différentes configurations des galaxies.

Les galaxies se groupent en amas ou en superamas, ces derniers ayant un diamètre de 3 à 500 fois celui de la Voie Lactée, la galaxie où se trouve la Terre. On pense en général que notre Galaxie est grande, mais sa taille, au dessus de la moyenne, est en fait bien inférieure à celle d'autres systèmes, dont la galaxie d'Andromède.

Les galaxies se fuient

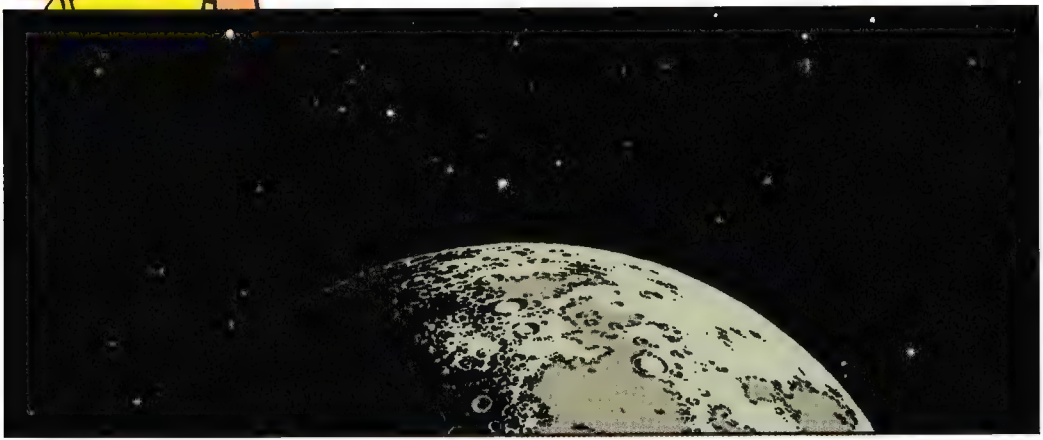
Les superamas sont séparés par des grands vides ayant des dimensions du même ordre et s'éloignent les uns des autres à des vitesses que les astronomes savent calculer grâce à un phénomène de décalage de la couleur de leur lumière vers le rouge. Ce glissement est d'autant plus grand que leur vitesse de fuite est grande. C'est le phénomène de l'expansion de l'Univers.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 36-05

Les galaxies se déplacent-elles dans l'Univers ?

1 non, ce sont des amas immobiles

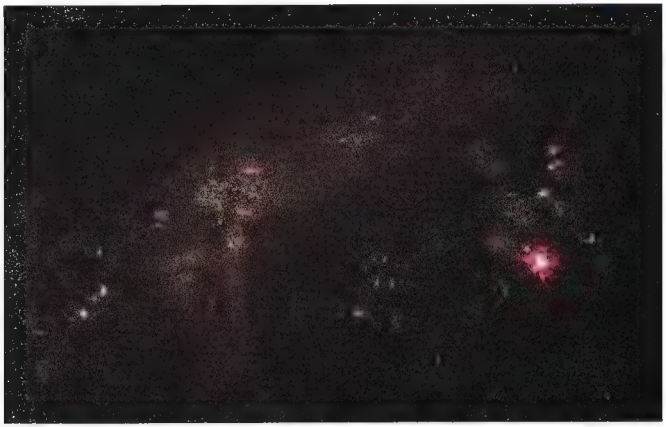
2 oui, on a pu mesurer la vitesse de certaines galaxies



Vitesse des galaxies

La Terre fait partie du système solaire qui appartient à un gigantesque ensemble de milliards d'étoiles : notre galaxie, la Voie lactée, tourne sur elle-même et nous entraîne dans une ronde à travers l'Univers qui se boucle en 250 milliards d'années !

2 Les galaxies se déplacent dans l'Univers : on a même pu mesurer la vitesse de certaines



Le Grand Nuage de Magellan est une petite galaxie satellite de la nôtre.

Notre galaxie fait elle-même partie d'un groupe (le groupe local) d'une vingtaine de galaxies.

Elles s'éloignent et se rapprochent

La galaxie d'Andromède (la plus importante du groupe local, avec la nôtre) s'approche de nous à la vitesse de 275 km/s. Le Grand Nuage de Magellan, lui, s'éloigne, à la vitesse de 270 km/s. Ces vitesses sont dues, pour l'essentiel, au mouvement du Soleil autour du centre de la Voie lactée et au mouvement de celle-ci dans le groupe local. Le Soleil tourne autour du centre galactique à la vitesse de 250 km/s, notre galaxie se déplace dans le groupe local à une vitesse d'environ 200 km/s.

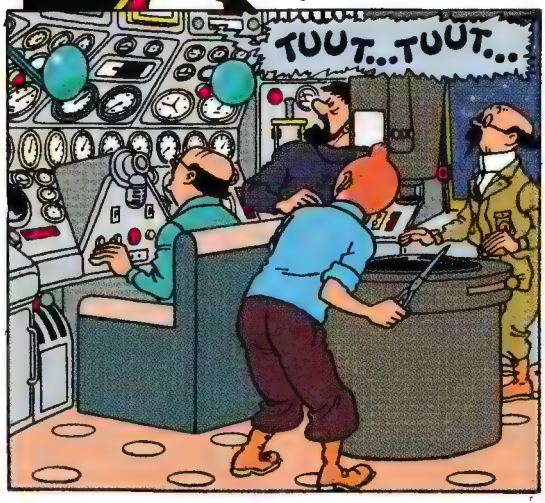
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo NOAO / Sciences Photo Library
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 88-03

Qu'est-ce que les quasars ?

1 des petites météorites
2 des radiotélescopes
3 des sources d'ondes radio



Quasar

Les quasars sont des objets cosmiques très éloignés ayant l'apparence d'une étoile et se révélant être une source d'ondes radio très puissantes.

3 Les quasars sont des sources d'ondes radio

Le nom de quasar signifie : source de rayonnement radio quasi stellaire. Ils furent découverts vers 1960, mais le mécanisme énergétique responsable de leur intense luminosité n'est pas encore élucidé.

Des radiotélescopes puissants mirent en évidence, vers 1960, des sources d'ondes radio extrêmement intenses coïncidant, dans le ciel, avec des objets lumineux ayant l'apparence d'étoiles. On les appela quasar ou quasi-stella.

Une luminosité prodigieuse et mystérieuse

La nature du rayonnement permit d'établir que ces sources provenaient des galaxies les plus lointaines de l'Univers, à plusieurs milliards d'années-lumière. Elles ont un rayonnement 1 000 fois supérieur à celui des grosses galaxies et émettent, signe d'une activité intense régnant en leur sein, des jets de matière considérables et violents, selon un mécanisme non élucidé. On pense qu'il s'agit de noyaux particuliers de galaxies.

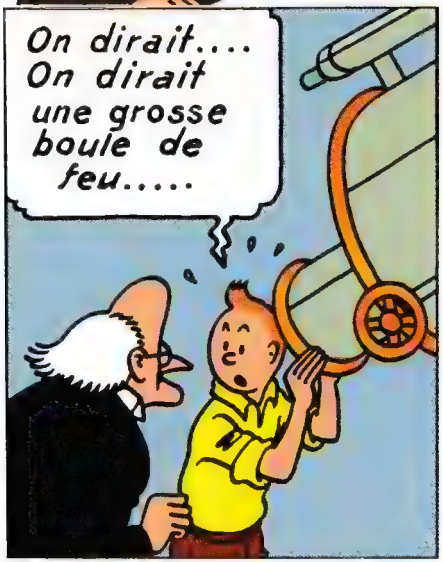
Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Science Source / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 45-07

Qu'y a-t-il à l'intérieur du Soleil ?

1 du feu
2 de la matière en fusion
3 des gaz très chauds



Soleil

Le Soleil est, comme toutes les étoiles, une boule de gaz très chauds, constitués à plus de 98 % par de l'hydrogène et de l'hélium.

Chaleur et lumière

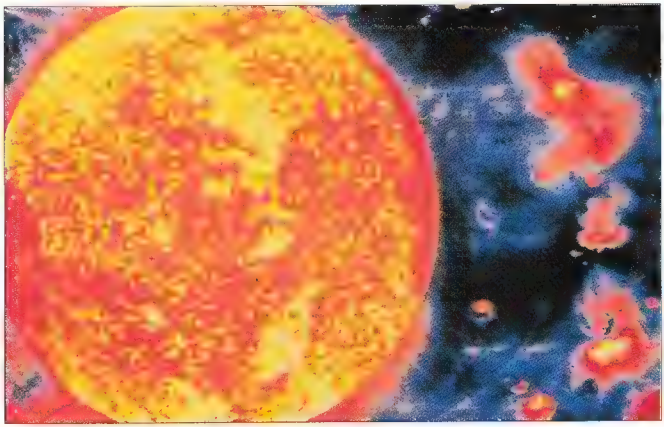
Sa surface lumineuse est à 5 500° C mais, au centre de l'astre, la température atteint plus de dix millions de degrés. C'est là que naît l'énergie du Soleil.

Le Soleil est à la moitié de sa vie

Longtemps, les hommes ont cru que le Soleil se consumait comme un énorme brasier de charbon. S'il en était ainsi, son existence aurait été très brève, de l'ordre de 7 000 ans environ. Or le Soleil est âgé d'au moins 5 milliards d'années (la Terre a 4,6 milliards d'années).

Le centre du Soleil est comme une bombe à hydrogène, mais une bombe qui explose doucement, et il possède assez d'énergie pour briller pendant encore 5 milliards d'années.

3 L'intérieur du Soleil est composé de gaz très chauds



Lorsque son hydrogène s'épuisera, le Soleil verra sa structure se modifier, sa luminosité augmentera considérablement, puis il s'effondrera pour terminer sa vie comme une petite étoile très dense.

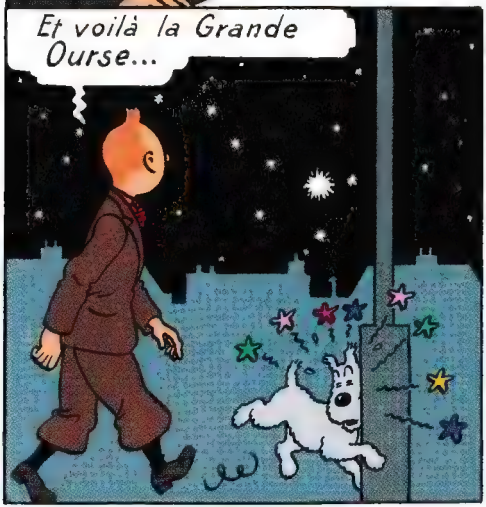
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

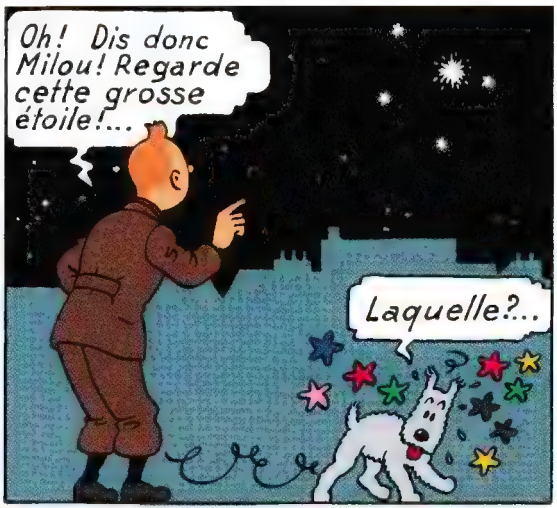
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Nasa-Science Source / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 01-15

Qu'est-ce qu'une constellation ?

1 un groupe d'étoiles
2 des poussières interstellaires
3 un groupe de planètes

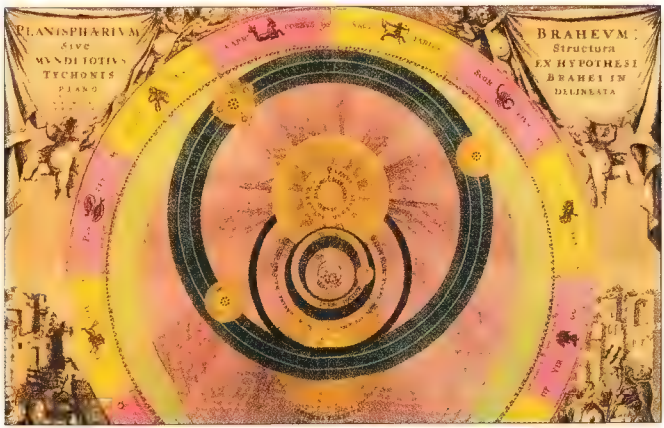




Constellation

Dans le ciel, certaines étoiles dessinent des figures ; ces groupes d'étoiles s'appellent des constellations.

1 Les constellations sont des groupes d'étoiles



Les étoiles semblent immobiles dans le ciel, mais elles sont en fait animées d'un mouvement d'ensemble dans l'espace.

Les hommes ont divisé le ciel en 88 constellations qui constituent des points de repère pratiques pour s'orienter.

Les étoiles bougent

Ces figures semblent stables à nos yeux car la distance qui nous sépare d'elles est considérable. En fait, les étoiles d'une constellation se déplacent lentement les unes par rapport aux autres, mais ce mouvement qui s'effectue sur plusieurs dizaines de milliards d'années ne peut être observé au cours d'une vie d'homme ; c'est l'astronome E. Hillary qui remarqua pour la première fois, en 1718, ce déplacement des étoiles. Il constata que certaines d'entre elles occupaient une position légèrement différente de celle qu'indiquait la carte du ciel établie par l'astronome Ptolémée, seize siècles auparavant.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Explorer Archives
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 09-15

Combien y a-t-il de signes du zodiaque ?

1 douze
2 huit
3 vingt-quatre

Zodiaque

Le zodiaque est la zone du ciel dans laquelle s'observe le mouvement apparent du Soleil. Elle est divisée par les astronomes en 12 parties, les constellations. Le passage du Soleil dans ces constellations découpe l'année en 12 mois. Elles portent chacune un nom, devenu celui d'un signe.

1 Il y a douze signes du zodiaque

Les signes : Bélier, Taureau, Gémeaux, Cancer, Lion, Vierge, Balance, Scorpion, Sagittaire, Capricorne, Verseau et Poisson.

Les signes du zodiaque ont été nommés d'après les constellations avec lesquelles ils coïncidaient, il y a 2 000 ans. Ils sont groupés par 3 et correspondent aux saisons. Ainsi, l'été correspond avec l'entrée du Soleil dans le signe du Cancer, le printemps à son entrée dans celui du Bélier.

Les horoscopes

Les signes du zodiaque sont à l'origine de l'astrologie, discipline qui étudie l'influence des astres sur le destin des hommes. Les astrologues établissent des horoscopes, basés sur la position des astres au moment de la naissance des individus et qui, prétendent-ils, prédisent l'avenir.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 41-15

Quelle constellation permet de retrouver l'étoile Polaire ?

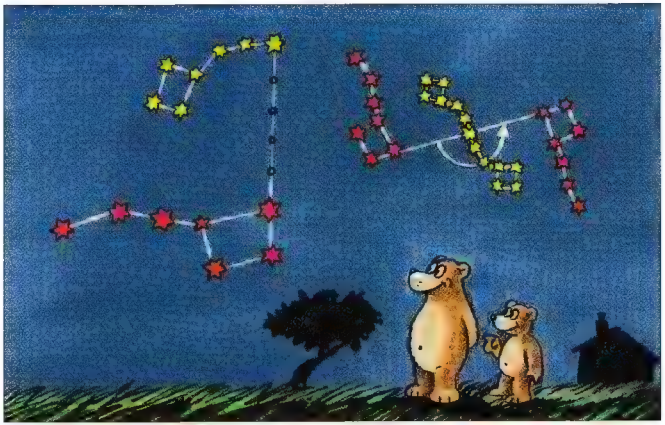
UNIVERS - 34

1 la Grande Ourse
2 Andromède
3 Pégase

Grande Ourse

Connais-tu la Grande Ourse ? Cette constellation est formée de sept étoiles qui dessinent une casserole. Le bord de la casserole indique la direction de l'étoile Polaire, qui se trouve à une distance égale à cinq fois la hauteur de la casserole.

1 La Grande Ourse est une constellation qui permet de trouver l'étoile Polaire



Grande Ourse et Petite Ourse sont deux constellations situées près du pôle Nord et très faciles à repérer dans le ciel.

L'étoile Polaire est le point fixe du ciel autour duquel toutes les autres étoiles semblent tourner. Elle marque le nord.

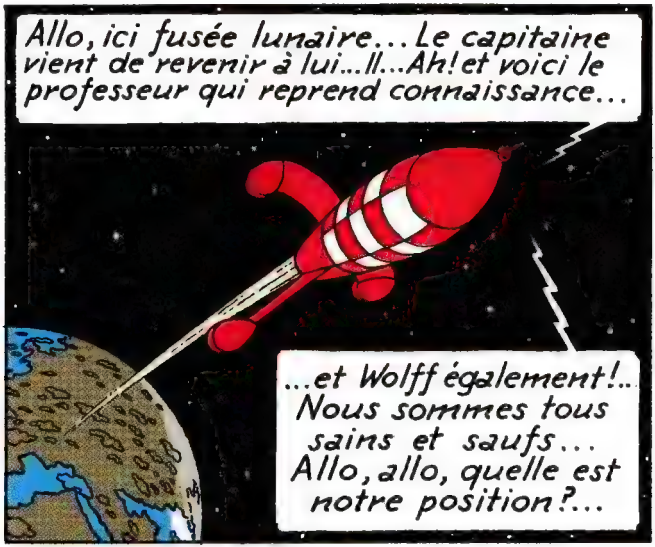
Une constellation circumpolaire

L'étoile Polaire se trouve au bout du manche d'une autre casserole, plus petite et orientée différemment, qu'on appelle la Petite Ourse : elle constitue la 6e étoile de cette constellation. Grande Ourse et Petite Ourse tournent autour de l'étoile Polaire, comme les aiguilles d'une montre qui iraient à l'envers, sans disparaître, à aucun moment de l'année, de l'horizon : sans se lever, ni se coucher. La Grande Ourse est aussi appelée Grand Chariot.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 46-19

Qu'est-ce qui caractérise les planètes intérieures ?

1. leur surface solide
2. leur faible éloignement du Soleil
3. les deux



Planètes intérieures

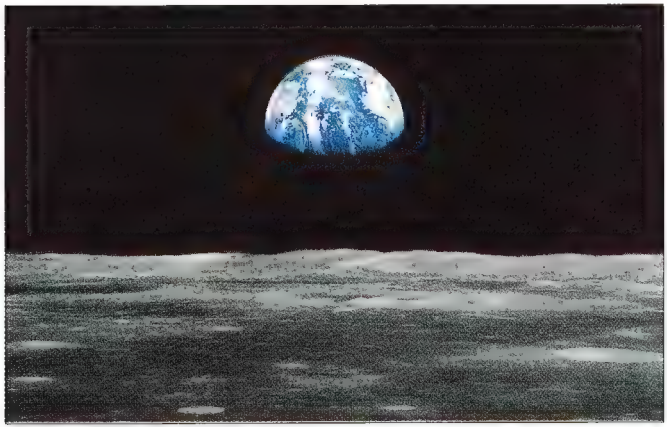
En partant du Soleil, on distingue 4 planètes relativement petites : Mercure, Vénus, la Terre et Mars.

Elles possèdent toutes une surface solide et semblent formées des mêmes matériaux, quoique Vénus et Mars soient moins denses que Mercure et la Terre. Ces planètes sont marquées par des cratères, cicatrices laissées par un bombardement intense de météorites, excepté la Terre où l'érosion a presque tout effacé.

Les plus proches du Soleil

Mercure et Vénus sont appelées souvent «planètes intérieures», car elles gravitent plus près du Soleil que la Terre : de ce fait, elles présentent des phases analogues à celles de la Lune, et ne s'éloignent jamais beaucoup du Soleil dans le ciel. Alors que Mercure et Vénus ne sont entourées d'aucun satellite, la Terre en possède un (la Lune) et Mars deux (Phobos et Deimos), très petits et dont la nature est différente de celle de la Lune.

3 Les planètes intérieures sont caractérisées par leur faible éloignement du Soleil et leur surface solide



Parmi les planètes intérieures, dites aussi telluriques car elles ont une croûte, la Terre est la seule où l'eau existe sous les formes gazeuse, liquide et solide. L'eau est vapeur sur Vénus et glace sur Mars. Ici, la Terre.

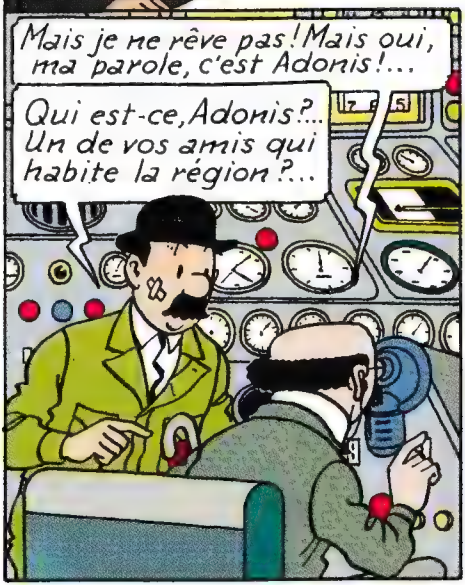
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

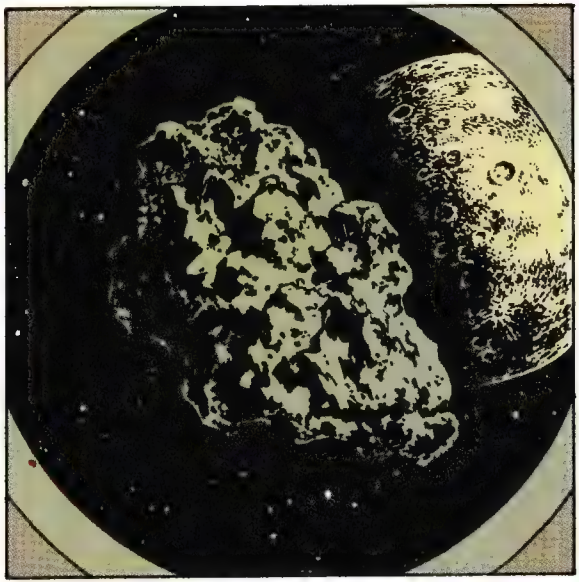
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo M. Salabert / Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-06

Qu'est-ce que les astéroïdes ?

1 des étoiles filantes
2 des mini-planètes
3 des constellations

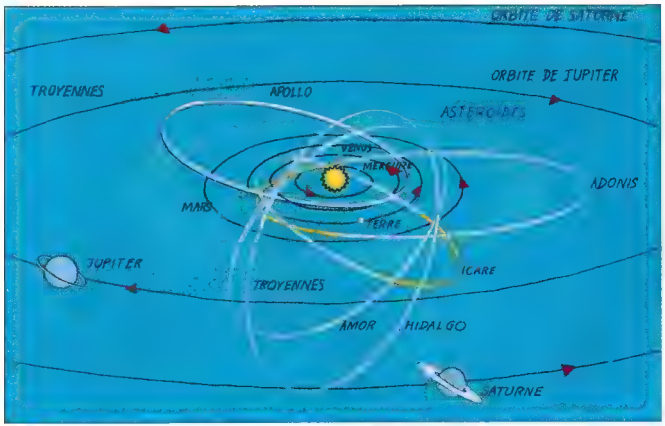




Astéroïde

Des milliers de mini-planètes tournent autour du Soleil. Cérès, la plus grosse, ne dépasse pas 1 000 km de diamètre. Les plus petites ne sont que des rochers de quelques centaines de mètres.

2 Les astéroïdes sont des mini-planètes



Les astéroïdes sont trop petits pour qu'on puisse les étudier en détail depuis la Terre. Les scientifiques envisagent le lancement d'une sonde pour photographier et étudier les plus gros.

On pense que ces astéroïdes sont des fragments de la nébuleuse qui a donné naissance au système solaire. La puissante attraction de Jupiter les aurait empêchés de s'agglomérer en un astre unique.

Dangereux vagabonds

Ils forment un large anneau distant du Soleil de 300 à 600 km. Il en existe cependant qui décrivent des orbites très allongées, coupant ainsi le plan de l'orbite terrestre. Certains astéroïdes peuvent frôler notre planète. On pense que la disparition brutale des dinosaures, il y a 65 millions d'années, aurait pour origine la chute d'un astéroïde sur la Terre.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 14-12

Qu'est-ce qu'une météorite ?

1 un caillou de l'atmosphère
2 un amas de poussières
3 une boule de gaz

Météorites

Les météorites sont des petits cailloux, ou particules, souvent moins grosses qu'un grain de sable, et qui se déplacent autour du Soleil, comme les planètes.

1 Une météorite est un caillou de l'atmosphère

Les chutes de grosses météorites sont très rares. Le Meteor Crater, creusé par une météorite dans l'Arizona (USA), a 1 200 mètres de diamètre.

Des étoiles filantes

Il arrive que des météorites pénètrent dans l'atmosphère : en s'échauffant ainsi au contact de l'air, elles provoquent des phénomènes lumineux, semblables aux étincelles des feux d'artifice. Ces traînées lumineuses déjà observées dans l'Antiquité ont été baptisées étoiles filantes. Mais il a fallu attendre le XX^{e} siècle pour connaître leur véritable nature.

Les aérolithes

En s'échauffant au contact de l'air, la météorite se désagrège complètement avant de parvenir au sol. Mais il arrive que des météorites de taille plus importante parviennent sur le sol avant d'avoir été totalement détruites : on les appelle alors des aérolithes.

Extrait de l'album ***L'Étoile mystérieuse***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gohier / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 01-17

Qu'est-ce qu'une comète ?

1 un astre de petite dimension
2 une étoile naine
3 un objet céleste inexplicable

Comète

Les comètes sont de tout petits astres ayant une orbite elliptique qui recoupe celle des planètes : certaines apparaissent donc périodiquement autour de la Terre.

1 Une comète est un astre de petite dimension

Jadis, l'apparition soudaine et imprévisible des comètes engendrait la terreur. Durant des siècles, elles furent considérées comme les messagères des dieux, annonciatrices de catastrophes.

Les comètes comportent un noyau glacé, ou tête, toujours très petit, entouré d'un nuage gazeux, ou chevelure et suivi d'une queue parfois très longue (100 000 km). La majorité des comètes, et il y en a des millions, serait stockée dans un vaste ensemble entourant le Soleil, appelé nuage de Oort.

Des fossiles vivants !

On les considère aujourd'hui comme des vestiges du système solaire primitif et les spécialistes espèrent trouver dans leur étude quelques éléments supplémentaires du puzzle, encore très incomplet, que représente l'histoire du système solaire : formées loin du Soleil, à très basse température, et restées dans le froid extrême, elles auraient conservé la composition exacte des grains primordiaux.

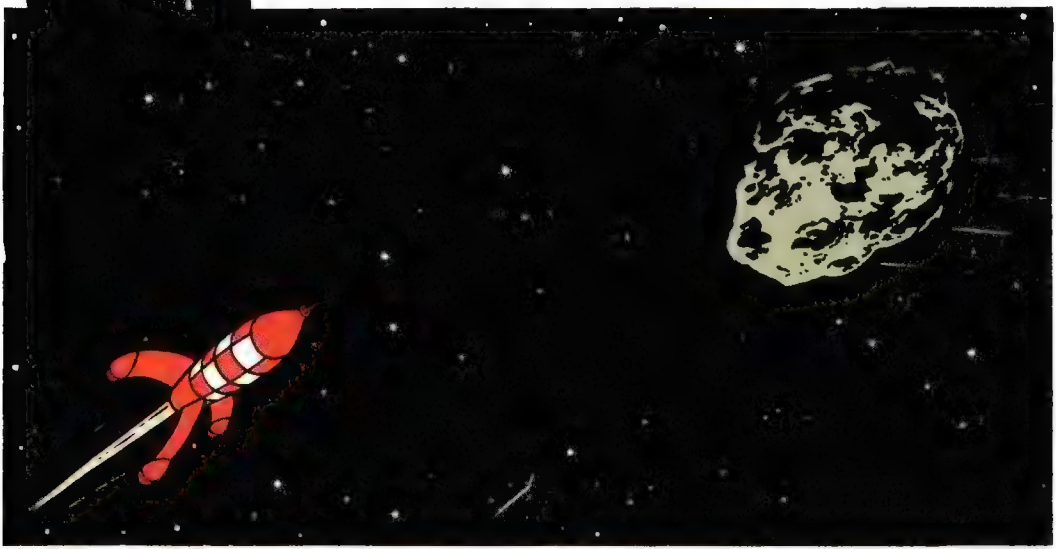
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 47-08

Qu'est-ce qu'un météore ?

1 un phénomène lumineux
2 une étoile filante
3 une grosse comète



Météore

Un météore est un phénomène lumineux qui accompagne l'entrée dans l'atmosphère d'un corps céleste venant de l'espace par suite de l'échauffement dû au frottement de ce corps sur l'atmosphère.

1 Un météore est un phénomène lumineux

Les météorites sont appelées communément étoiles filantes : au contact de l'air, elles brûlent et laissent une traînée lumineuse. Pour éviter cet échauffement, les navettes spatiales sont protégées par des «tuiles».

L'entrée dans l'atmosphère terrestre d'un corps céleste errant dans l'espace et attiré par la Terre entraîne un échauffement considérable de sa température, ce qui explique son incandescence.

Pluie de météorites

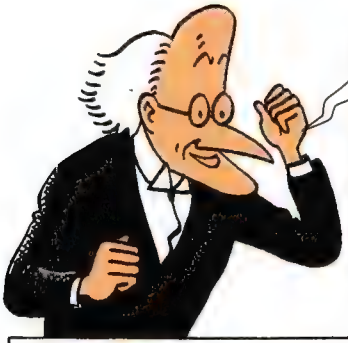
Les météorites qui se meuvent dans l'espace interplanétaire proviennent pour la plupart de la ceinture d'astéroïdes. L'impact de météorites fut très violent au début de la formation du système solaire et a laissé des cicatrices : les cratères observés sur la Lune, Mars et Mercure. Le bombardement s'est stabilisé il y a 2 milliards d'années alors que la pluie de météorites n'est pas terminée. Mais la plupart des météores sont vaporisés avant de tomber sur la Terre.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-04

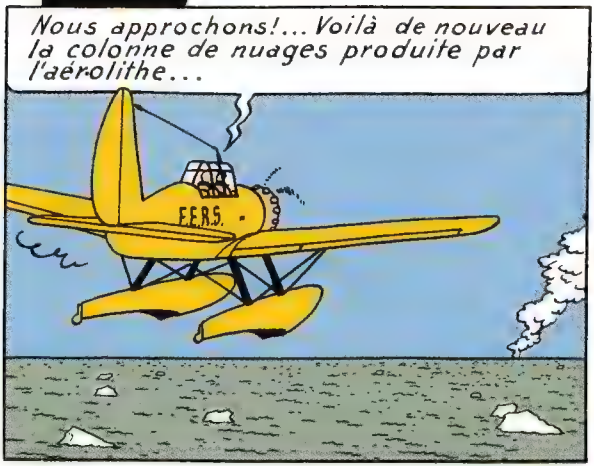
Qu'est-ce que le Meteor Crater ?



1 le plus grand cratère météoritique connu à la surface de la Terre

2 la fosse lunaire la plus grande

3 le cratère du plus grand volcan de la Terre

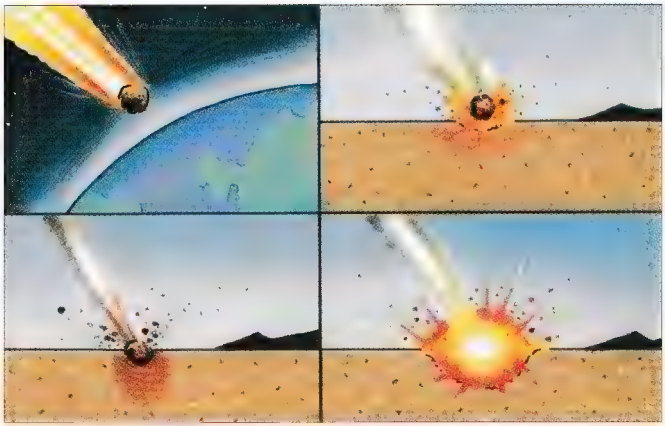


Meteor Crater

Il y a 24 000 ans environ, un météore frappa le sol de la Terre, provoquant un trou d'un diamètre de 1 200 m et d'une profondeur de 180 m. Ses remparts dominent de 60 m la plaine environnante, en Arizona (USA).

Le Meteor Crater a été découvert en 1891, mais son origine n'a été reconnue qu'en 1960, après la découverte de nombreux fragments météoritiques à base de fer et de nickel. Pour créer cette gigantesque cuvette, on pense que le météore a dû voyager à la vitesse de 48 000 km /h.

1 Meteor Crater est le plus grand cratère météoritique connu à la surface de la Terre



Les chutes de très gros météores sont très rares, et on ne connaît pas de cas de mort humaine par suite de la chute d'un météore.

Explosion d'un bolide

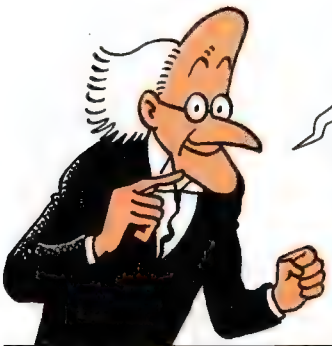
Le bolide avait un diamètre de 25 m et devait peser 70 000 t. Le choc provoqua un cataclysme d'un effet 25 fois supérieur à celui qu'engendre une bombe atomique. Le paysage fut dévasté sur plus de 160 km autour du point d'impact.

Extrait de l'album ***L'Étoile mystérieuse***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 06-08

Qu'appelle-t-on les planètes extérieures ?



1 des planètes situées à l'extérieur du système solaire

2 des planètes nettement plus éloignées du Soleil, comparativement à la Terre

Planètes extérieures

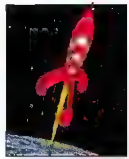
Les planètes extérieures s'appellent, dans l'ordre de leur éloignement du Soleil ; Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et Pluton.

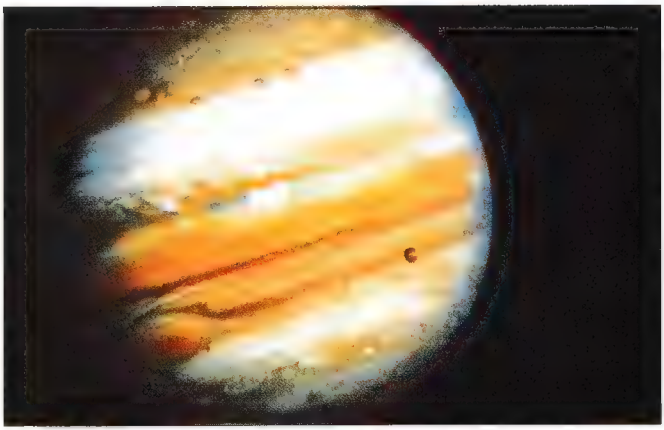
Ce sont des planètes froides constituées de gaz et de gaz liquéfiés, à basse température. Elles sont donc totalement dépourvues de croûte solide. Toutes possèdent des satellites.

Au-delà de Saturne : des découvertes tardives

5 planètes (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) étaient connues des Anciens, parce que visibles à l'œil nu dans le ciel. Il y avait alors 7 corps

2 Les planètes extérieures sont nettement plus éloignées du Soleil, comparativement à la Terre





Les planètes extérieures sont des mondes où l'atmosphère d'azote et de méthane, la basse température, l'absence de carbone, les rayons ultraviolets qui décomposent toutes les molécules rendent toute vie impossible. Ici, Jupiter.

principaux dans le système solaire : le Soleil, la Lune et les 5 planètes visibles. Le chiffre 7 étant revêtu d'un caractère sacré, on n'envisageait pas l'existence d'autres planètes. Ce n'est qu'en 1781 que l'astronome anglais, William Herschel, découvrit par hasard Uranus, tout juste visible à l'œil nu. Puis, en 1846, on repéra Neptune, et en 1930, Pluton la plus éloignée.

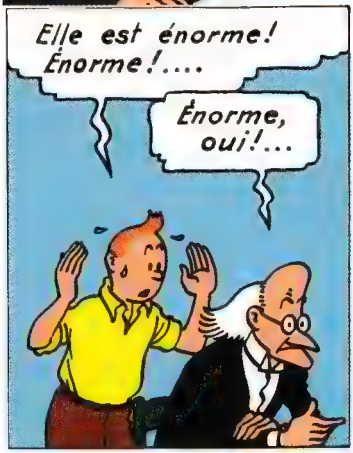
Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

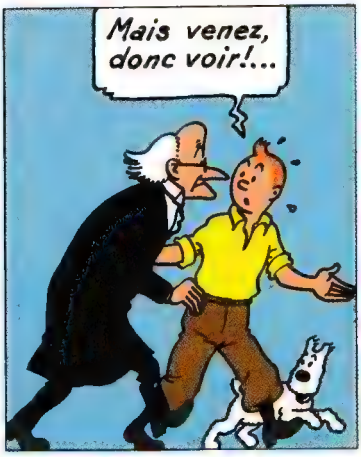
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-05

Combien d'anneaux possède Saturne ?

1 4 dont 2 très brillants
2 une douzaine
3 des milliers

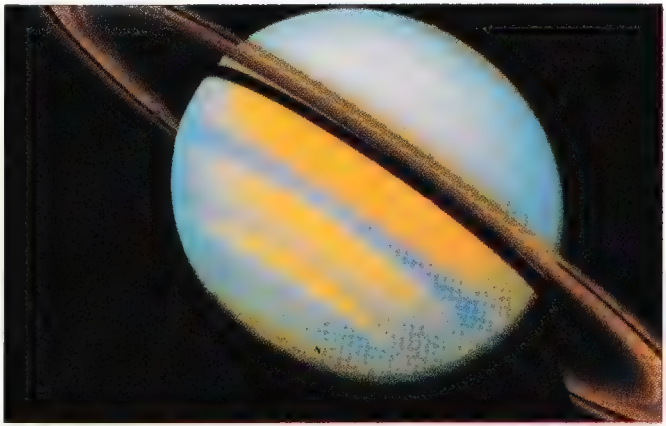




Saturne

La planète Saturne est entourée d'un vaste système de milliers d'anneaux qui s'étendent jusqu'à plus de 300 000 km de la planète.

3 Saturne possède des milliers d'anneaux



Vus de la Terre, les anneaux de Saturne peuvent présenter des aspects très différents selon l'époque. Lorsqu'ils sont "ouverts", ils sont facilement repérables dans une lunette d'amateur.

Galilée les observa pour la première fois en 1610

Les photographies recueillies par les sondes Voyager en 1980 et 1981 ont révélé que chacun des anneaux distinctement observables depuis la Terre (une demi-douzaine) était en réalité formé d'une succession de fins annelets. Ainsi, le nombre total des anneaux de Saturne se chiffre par milliers.

Les anneaux ne sont pas des couronnes solides

Ils sont constitués d'une multitude de blocs de glace mêlés à des poussières, des fragments minéraux... Chaque bloc est un minuscule satellite tournant sur son orbite, autour de Saturne. Ce sont les différences de dimensions des particules qui constituent les anneaux.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 01-16

Quelle est la taille de la planète Saturne par rapport à la Terre ?

Saturne

Saturne est une planète géante, la plus grosse du système solaire après Jupiter.

Saturne, avec ses couronnes d'anneaux, offre un merveilleux spectacle céleste. Son diamètre équatorial atteint 120 000 km. Elle tourne sur elle-même en 10 h 30 mn environ et autour du Soleil en 29 ans et 167 jours.

1 Le volume de Saturne atteint 744 fois celui de la Terre

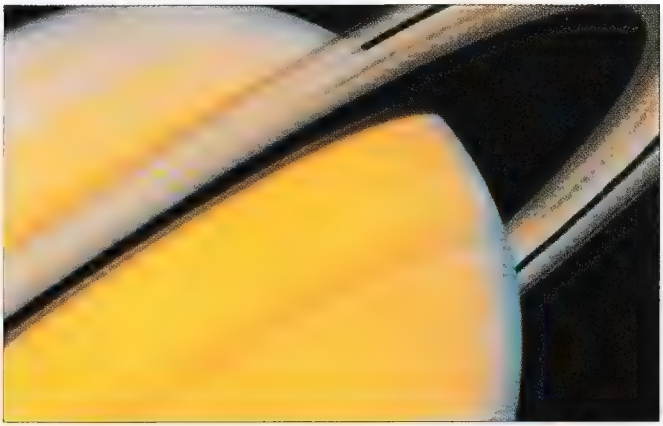


Photo de Saturne par Voyager II. La Terre tiendrait dans l'espace séparant la planète Saturne de la ceinture d'anneaux.

Un monde gazeux

Comme Jupiter, la planète n'a pas de surface solide et est entourée d'une épaisse atmosphère. C'est un monde gazeux constitué d'hydrogène et d'hélium, ce qui explique sa densité très inférieure à celle des autres planètes. Si Saturne baignait dans un océan d'eau, elle y flotterait.

Au voisinage du noyau, la température est élevée, la pression considérable et l'hydrogène, à l'état métallique, constitue une source de chaleur interne : cela expliquerait l'excès de rayonnement de la planète. Elle rayonne environ trois fois plus d'énergie qu'elle n'en reçoit du Soleil.

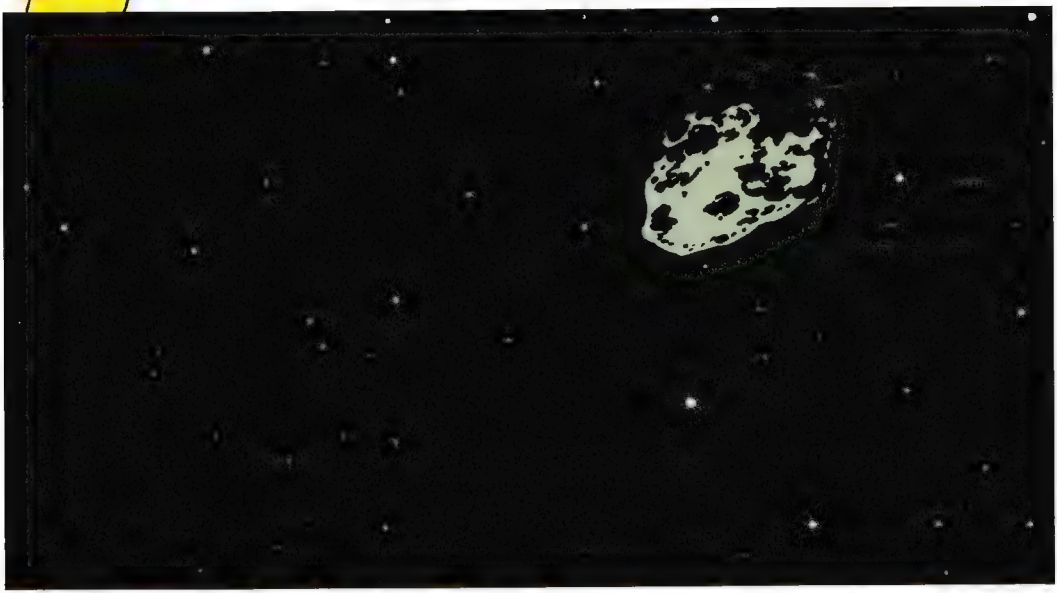
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sipa Press (NASA)
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 30-06

Combien de satellites la planète Uranus possède-t-elle ?

1 dix
2 cinq
3 trois

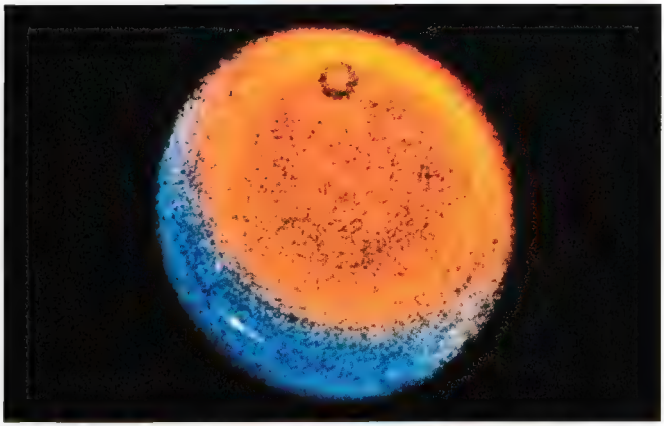


Uranus

En 1781, l'astronome anglais W. Herschel repéra un astre inconnu : un petit disque qui se déplaçait imperceptiblement d'une nuit à l'autre. On le prit d'abord pour une comète, puis on s'aperçut qu'il s'agissait d'une planète située au-delà de Saturne. On la baptisa Uranus.

Uranus est tout juste assez lumineuse pour être vue à l'œil nu. C'est une planète géante dont le diamètre (52 990 km) fait à peu près la moitié de celui de Saturne. Elle tourne autour du Soleil en 84 ans et sur elle-même en 16,3 h, son axe de rotation est incliné à 98°.

2 Cinq satellites gravitent autour d'Uranus



La distance moyenne d'Uranus au Soleil est de 2 870 millions de km.

Satellites et anneaux gravitent autour d'Uranus

Uranus possède 5 satellites, moins gros que notre Lune et difficiles à observer depuis la Terre : Morand, Ariel, Umbriel, Titania, Obéron et une série de fins anneaux, qui, contrairement à ceux de Saturne, sont sombres et ne sont donc pas constitués de glace.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 30-07

A quel type de corps céleste appartient Neptune?

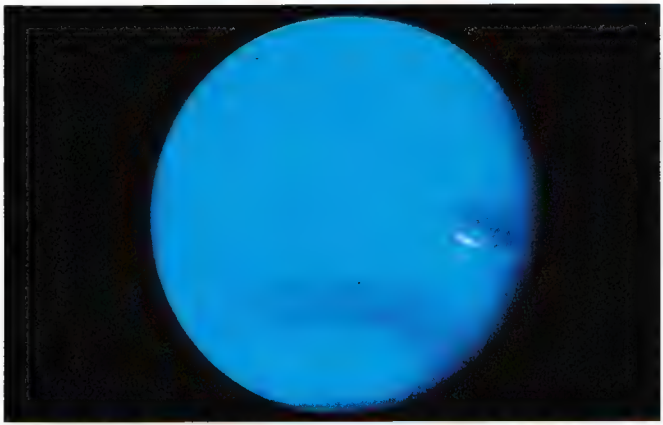
1 c'est une planète du système solaire
2 c'est un satellite de Jupiter
3 c'est une étoile de notre galaxie

Et voici d'abord le poste de pilotage...

Neptune

Neptune est une planète volumineuse, la huitième du système solaire dans l'ordre croissant des distances par rapport au Soleil. Elle n'est pas visible à l'œil nu.

1 Neptune est une planète du système solaire



Le diamètre équatorial de Neptune est de 48 600 km, soit 3,81 fois celui de la Terre.

Neptune n'est pas visible à l'œil nu et son existence fut d'abord démontrée par les calculs de l'astronome Le Verrier ; elle expliquait certaines anomalies de la trajectoire d'une autre planète du système solaire, Uranus. C'est l'astronome Galle, de l'observatoire de Berlin, qui l'aperçut pour la première fois, en 1846, en pointant son télescope selon les indications de Le Verrier.

Une planète froide

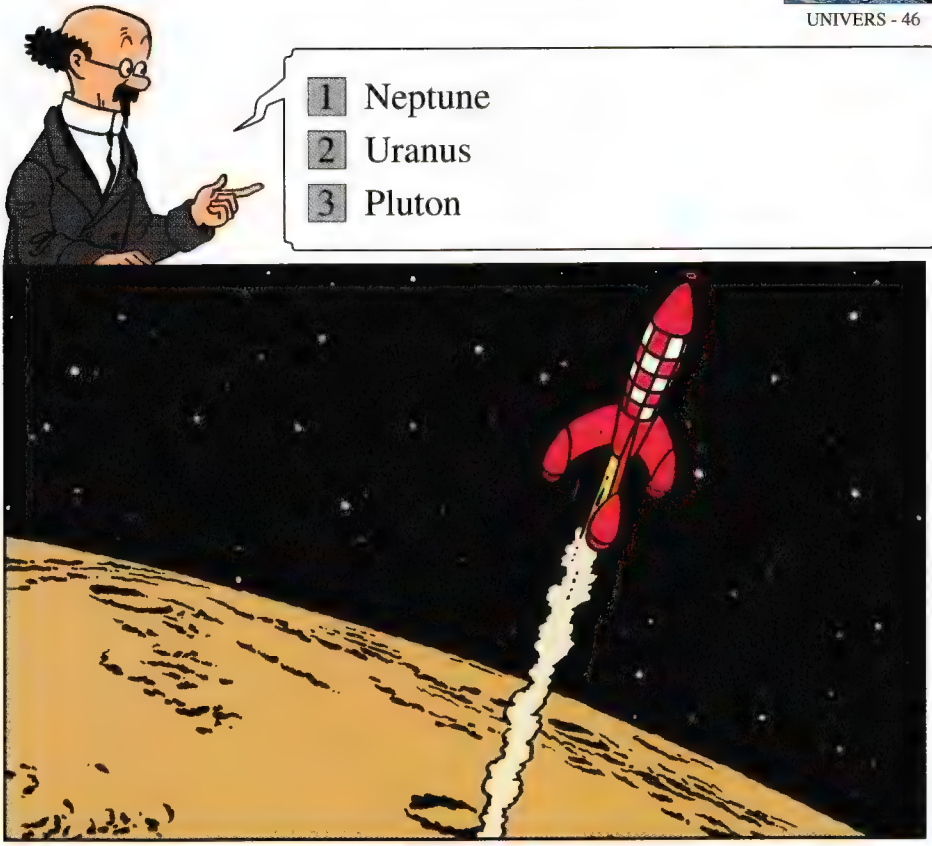
Neptune est essentiellement constituée de gaz et de glace, mais il semble qu'elle possède un petit anneau, comme Saturne, formé de petits blocs de roche et de particules. La température qui y règne est de l'ordre de -220° C, du fait de l'éloignement du Soleil et de l'absence de «feu» intérieur comme pour la Terre.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Nasa / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 46-20

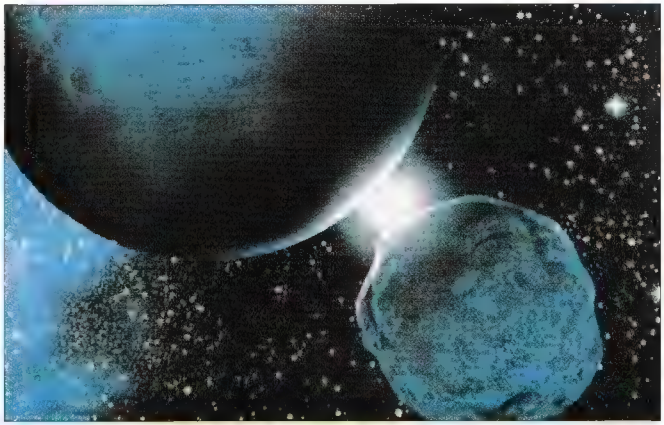
Quelle est la plus petite des 9 planètes du système solaire ?



Pluton

Pluton reste une planète mystérieuse tant elle est difficile à observer de la Terre : petit, son globe est si éloigné du Soleil qu'il apparaît comme un faible point lumineux, même dans les télescopes les plus puissants.

3 Pluton est la plus petite des planètes du système solaire



L'intérêt pour cette planète lointaine s'est renforcé depuis qu'on lui a découvert un satellite, Charon, de dimension supérieure à Pluton.

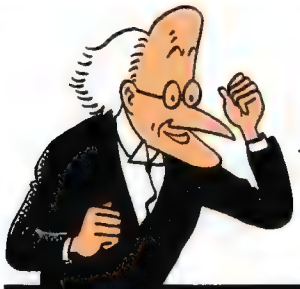
En 1915, deux astronomes américains, se fondant sur des anomalies constatées dans le mouvement des planètes Uranus et Neptune, suggérèrent l'existence d'une planète inconnue située au-delà. Malgré des recherches intensives, cette planète ne fut découverte qu'en 1930, par hasard.

Composition de la planète

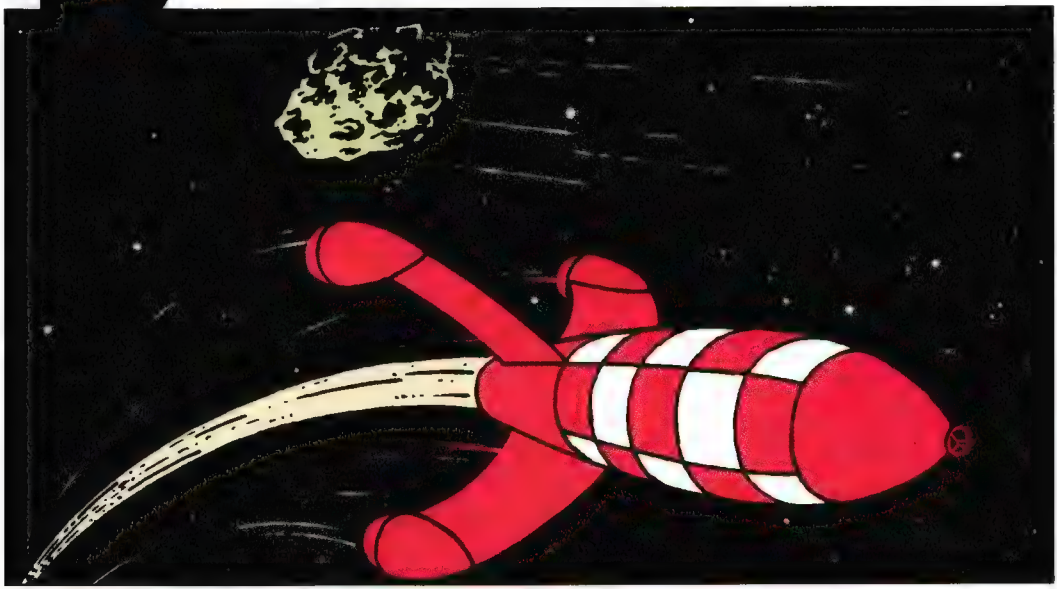
On sait peu de chose. Il semble qu'elle soit constituée d'un noyau rocheux entouré d'un large manteau de glace, lui-même surmonté d'une croûte de méthane gelé d'environ 50 km d'épaisseur. Pour de nombreux astronomes, Pluton serait un ancien satellite de Neptune qui pris jadis son indépendance.

Extrait de l'album *On a Marché sur la Lune*
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 29-02

Quelle est la plus proche planète du Soleil ?



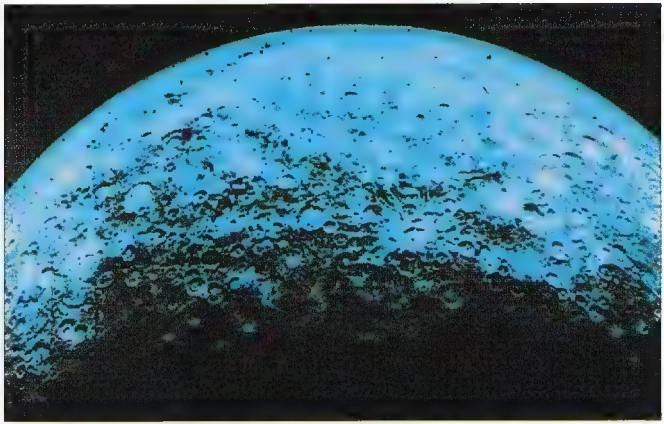
1 Mars
2 Neptune
3 Mercure



Mercure

Grâce à son éclat, qui rivalise avec celui des étoiles les plus brillantes, Mercure fut repérée dès l'Antiquité.

3 Mercure est la plus proche planète du Soleil



La température de Mercure peut dépasser +400°C, le jour et descendre jusqu'à −170°C, la nuit.

Les Égyptiens crurent longtemps à l'existence de deux astres distincts, car Mercure apparaît tantôt à l'ouest, après le coucher du Soleil, tantôt à l'est, avant son lever. La planète ne s'écarte jamais à plus de 28° du Soleil ; elle ne se lève qu'environ 2 h avant lui, et ne se couche que 2 h après lui. Elle ne se détache donc jamais sur un fond sombre, restant toujours plus ou moins baignée dans les lueurs de l'aurore ou du crépuscule ce qui rend son observation à l'œil nu difficile. Elle tourne sur elle-même en 59 jours et autour du Soleil en 88 jours.

Le survol par Mariner

En 1974, la sonde américaine Mariner 10 recueillit quelque 4 000 clichés de la planète. Sa surface ressemble beaucoup à celle de la Lune (montagnes, bassins criblés de cratères météoritiques) mais sa structure interne est différente.

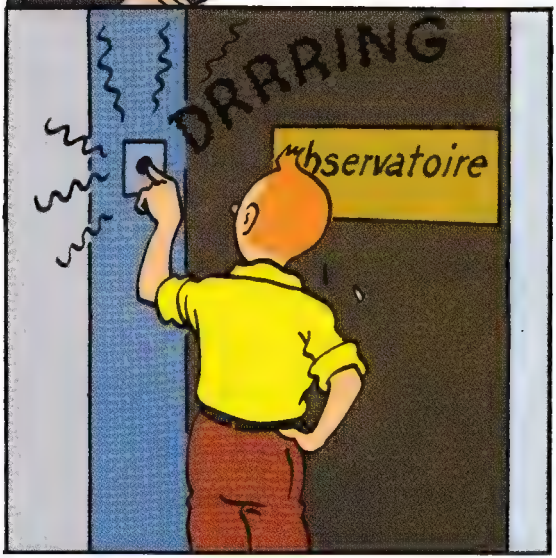
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 29-03

Quel est le vrai nom de l'étoile du Berger ?

1 Neptune
2 Uranus
3 Vénus



Vénus

Vénus est une planète ; elle a reçu le nom d'étoile du Berger car c'est le premier astre visible le soir et le dernier à "s'éteindre le matin".

Vénus met 243 jours pour faire un tour sur elle-même et seulement 225 jours pour faire un tour complet autour du Soleil. Donc, sur Vénus, un jour est plus long qu'une année en comparaison avec le système terrestre.

Un véritable enfer

Vénus est entourée d'une atmosphère acide et toxique, essentiellement composée de gaz carbonique. Un épais manteau nuageux masque en permanence sa surface. Au sol, les températures sont comprises entre 446° C et 482° C. Cette température élevée s'explique parce que Vénus est plus proche du Soleil que la Terre et aussi parce que le gaz carbonique accumulé dans l'atmosphère vénusienne agit comme une serre. Il n'y a pas d'eau sur Vénus.

3 Le vrai nom de l'étoile du Berger est Vénus

Le sol de Vénus a été photographié par la sonde Magellan, en 1991 ; ici, volcans, cratères et coulées de lave.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sipa Icono
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 15 02

Pourquoi jour et nuit se succèdent-ils ?

1 parce que la Terre tourne autour du Soleil

2 parce que la Terre tourne sur elle-même

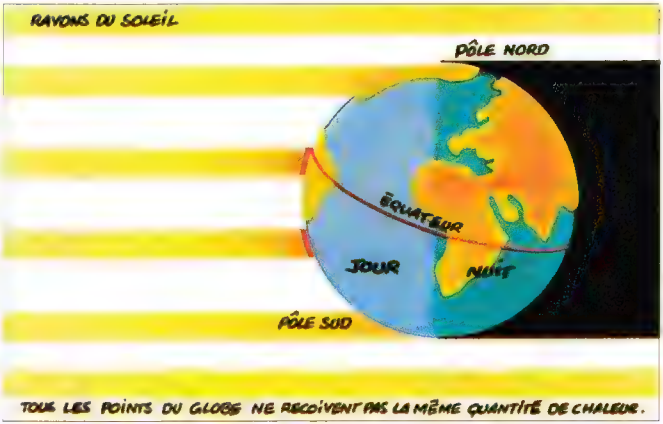
3 parce que la Lune cache et dévoile tour à tour le Soleil

Jour et nuit

Comme la Terre tourne sur elle-même, nous nous trouvons tantôt du côté du Soleil, tantôt du côté opposé, ce qui explique la succession des jours et des nuits.

Le Soleil ne cesse de briller, mais il n'éclaire qu'une seule moitié de la Terre : là où tombe sa lumière, il fait jour ; ailleurs, il fait nuit. Et la limite entre le jour et la nuit ne cesse de se déplacer. Si la Terre était immobile, nous aurions un jour perpétuel si nous étions du côté du Soleil et une nuit perpétuelle du côté opposé. Mais la Terre tourne sur elle-même, en 24 heures.

2 Jour et nuit se succèdent parce que la Terre tourne sur elle-même



Pour faire un tour sur elle-même par rapport au Soleil, la Terre met à peu près 24 heures.

La course du Soleil

Le matin, nous avons l'impression que le Soleil se lève à l'est parce que la partie du monde que nous habitons commence à se tourner vers lui ; le soir, il paraît se coucher vers l'ouest parce que nous nous détournons de lui. C'est parce que la Terre tourne d'ouest en est que le Soleil paraît se déplacer en sens inverse dans le ciel.

Extrait de l'album ***Coke en stock***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCI, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
S.A.D2 491 04-02

En combien de temps la Terre tourne-t-elle autour du Soleil ?

1 en 364,824 jours

2 en 365 jours

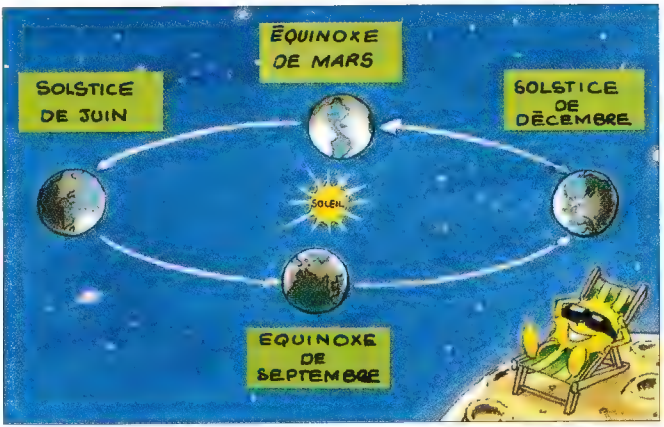
3 en 365,256 4 jours

Révolution de la Terre autour du Soleil

L'intervalle de temps mis par la Terre pour passer au même point sur son orbite est de 365,256 4 jours exactement. La révolution de la Terre, ou plus simplement sa rotation autour du Soleil, détermine la durée de l'année.

Comme cette durée ne correspond pas à un nombre entier de jours, on est obligé de rajouter tous les quatre ans, une journée au mois de février (année bissextile) et une autre journée supplémentaire également tous les cent ans (année séculaire).

3 La Terre tourne autour du Soleil en 365,256 4 jours



La Terre tourne autour du Soleil à une vitesse moyenne de 29,76 km/s, soit 107 000 km/h. Sans nous en rendre compte, nous sommes donc entraînés autour du Soleil avec une extrême rapidité.

Une orbite elliptique

L'orbite de la Terre dans cette révolution n'est pas circulaire mais légèrement elliptique, et, contrairement à ce qu'on pourrait penser, la Terre est plus rapprochée du Soleil en hiver qu'en été. En moyenne, la Terre gravite à 149,6 millions de km du Soleil mais elle peut s'en approcher à 147,1 millions de km ou s'en éloigner à 152,1 millions de km.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 47-05

Quelle est la forme de la Terre ?

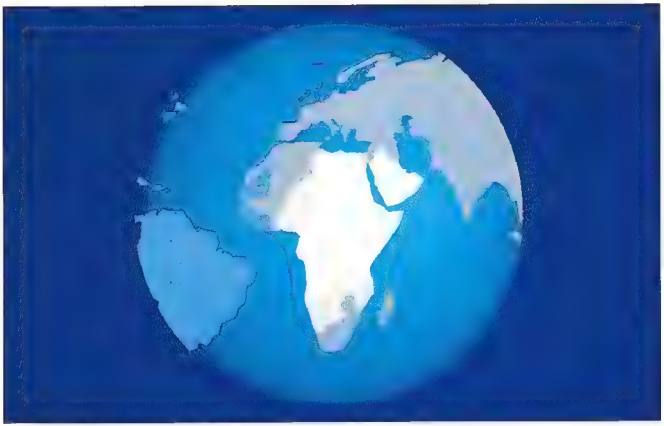
1 une sphère parfaite
2 un ellipsoïde
3 une sphère légèrement renflée à l'équateur

Forme de la Terre

La forme de la Terre est voisine de celle d'une sphère, de 6 370 km de rayon, légèrement aplatie dans la direction de l'axe des pôles.

La Terre n'est sphérique qu'en première approximation. Sa forme est légèrement irrégulière.

2 La Terre a la forme d'un ellipsoïde



On donne à la forme de la Terre le nom de géoïde.

Un ellipsoïde presque parfait

Plus précisément, elle se rapproche de celle d'un ellipsoïde. Elle présente un diamètre de 12 714 km aux pôles et de 12 757 km à l'équateur. Cette différence est en fait extrêmement faible à l'échelle de la planète. L'aplatissement du globe terrestre est lié, comme pour les autres planètes, à sa rotation. Grâce aux satellites, on parvient aujourd'hui à déterminer les irrégularités de notre globe à moins de 1 m près. On a pu établir ainsi que le pôle Sud se situe à 15 m au-dessous de la surface moyenne de référence, alors que le pôle Nord se situe à 15 m au-dessus, ce qui a fait dire, de façon imagée, que la Terre avait la forme d'une poire.

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Image Factory / Explorer
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 47-06

Qu'est-ce que l'écosphère ?

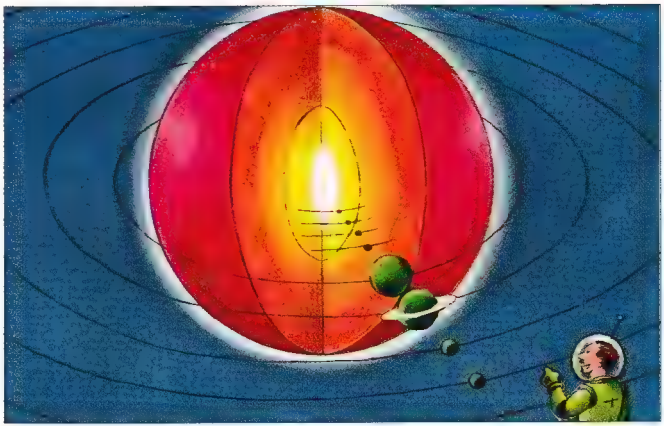
1 la région du système solaire où doit se trouver une planète pour avoir une température adaptée à la vie

2 le champ magnétique des astres

Écosphère

L'écosphère est la région dans laquelle le rayonnement solaire engendre des conditions propices à une vie terrestre. La Terre est au milieu de l'écosphère, Vénus à sa limite interne, Mars à sa limite externe.

1 L'écosphère est la région du système solaire où doit se trouver une planète pour avoir une température viable



L'écosphère (en jaune) est une zone très limitée dans le système solaire.

On pensait jadis qu'il pouvait exister une vie avancée de type terrestre sur des planètes comme Mars ou Vénus. Cette idée est aujourd'hui abandonnée.

La Terre, une planète unique

Une condition essentielle au développement de la vie est la présence d'une atmosphère permettant aux êtres de respirer et protégeant la planète des radiations cosmiques. Une telle atmosphère existe autour de la Terre mais pas autour de la Lune, par exemple. L'épanouissement de la vie est enfin lié à la température. Celle-ci ne dépend pas seulement de la distance de la planète au Soleil, mais aussi de sa période de rotation sur elle-même. Si la Terre tournait plus lentement, les conditions climatiques y seraient différentes et hostiles.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration : Y. Tabariès
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 40-03

Quel âge a la planète Terre ?

1 500 millions d'années
2 4,5 milliards d'années
3 20 milliards d'années

Terre

En datant des roches de l'écorce terrestre, les savants ont pu établir que notre planète fut formée il y a 4,5 milliards d'années.

2 Notre planète Terre est âgée d'au moins 4,5 milliards d'années

Pour découvrir l'âge de la Terre, il fallait d'abord trouver les roches les plus anciennes.

La radioactivité

Les chercheurs ont pu donner un âge aux roches de l'écorce terrestre grâce à la découverte des éléments radioactifs (des corps capables d'émettre des radiations). Ces radiations sont constituées d'infimes particules qui jaillissent à très grande vitesse des éléments radioactifs. En mesurant le temps que met un échantillon de roche à perdre sa radioactivité, les chercheurs peuvent, par des calculs compliqués, déterminer l'âge de cette roche.

Le plomb originel

En comparant le plomb qu'on trouve dans les grandes profondeurs des océans et le plomb contenu dans les météorites tombées sur notre planète, un savant, Patterson, découvrit, en 1956, l'âge de la Terre.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Krafft / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

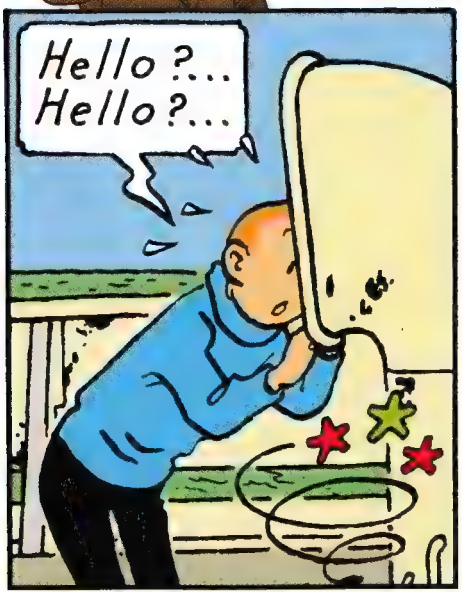
Imprimé en CEE
D2 491 05-18

En combien d'années Mars fait-elle le tour du Soleil ?

1 en trois années

2 en un peu moins de deux années

3 en un peu plus d'une année



Mars

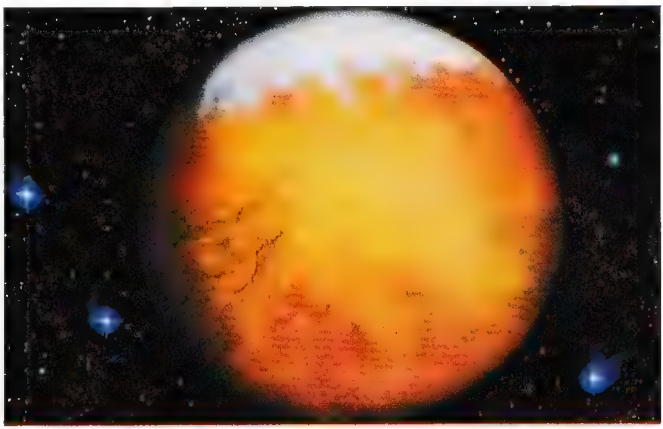
Mars est une planète du système solaire située juste après la Terre, en partant du Soleil. Elle est de dimension beaucoup plus petite que la Terre.

Mars tourne autour du Soleil en presque 2 ans (687 jours terrestres). Elle est éloignée du Soleil de 1,5 fois la distance Terre-Soleil et décrit un orbite elliptique. Tous les 15 ans, elle se rapproche à 60 millions de km de la Terre, puis s'éloigne à 400 millions de km.

Le monde martien

Vue au télescope, Mars se présente comme un disque orangé. Les conditions de température, l'atmosphère de gaz carbonique avec une faible teneur en vapeur d'eau, les tempêtes de poussière, l'aridité du sol sont autant de facteurs qui y rendent aujourd'hui la vie quasi-impossible. Elle présente un relief lunaire avec des cratères soit d'origine volcanique, soit dûs à des impacts de météorites. Mars a deux petits satellites, Deimos et Photos.

2 La planète Mars tourne autour du Soleil en un peu moins de deux années

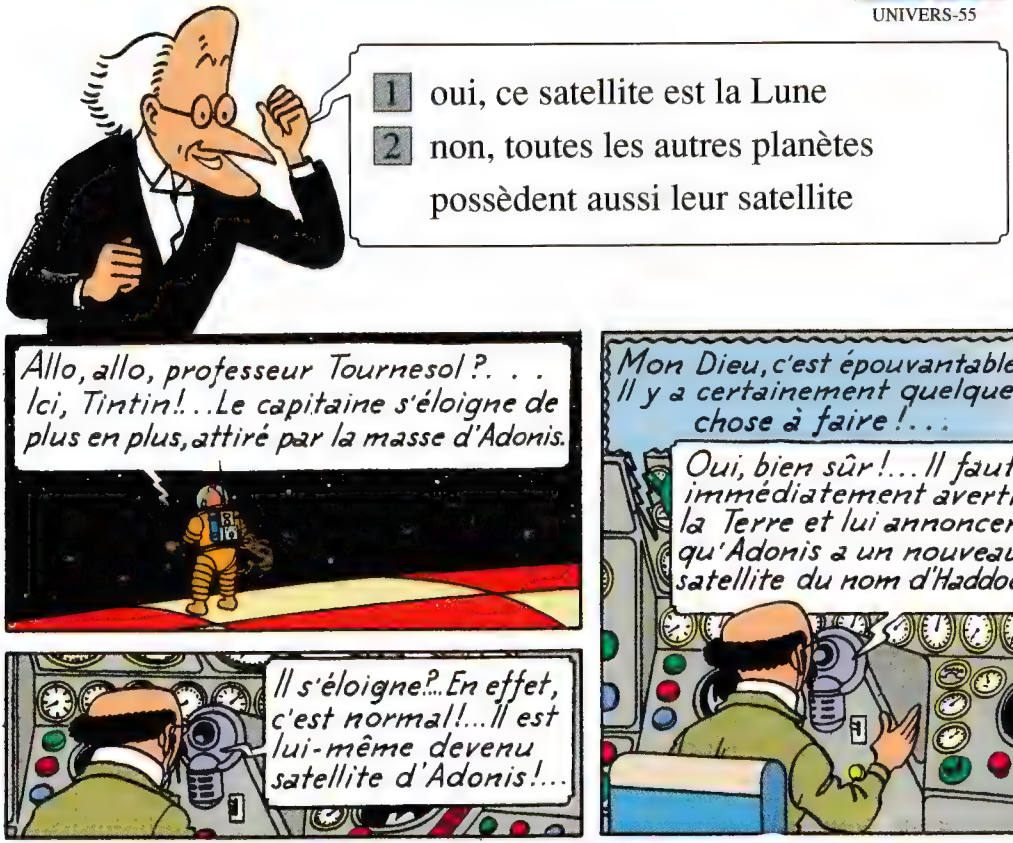


Il n'y a pas d'eau liquide, aujourd'hui, sur Mars. Les pôles sont coiffés de calottes glaciaires. Les taches sombres sont dues à des différences dans la texture du sol.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 38-02

La Terre est-elle la seule planète à avoir un satellite ?

UNIVERS-55



Satellites des planètes

Un satellite planétaire est un corps céleste qui tourne autour d'une planète, le plus souvent de manière à lui présenter toujours la même face, comme fait la Lune vis-à-vis de la Terre.

1 La Terre est la seule planète à avoir un satellite

Certains satellites pourront peut-être un jour constituer de bons postes d'observation pour étudier de plus près les événements qui se déroulent à la surface de planètes éloignées comme Saturne.

A l'exception de Mercure, de Vénus et de Pluton, toutes les planètes sont entourées de satellites : 1 seul pour la Terre, 2 pour Mars, 28 pour Saturne, 16 pour Jupiter, 5 pour Uranus et 2 pour Neptune. Ils sont pour la plupart petits, mais Io, Ganymède et Callisto, dans le système de Jupiter, Titan, dans le système de Saturne, atteignent ou dépassent les dimensions de la Lune.

Des astres morts

La plupart des satellites planétaires, telle la Lune, sont des astres morts. Mais certains, tel le satellite de Jupiter, Io, connaissent une activité exubérante. Ce sont les sondes spatiales, comme les sondes américaines *Voyager*, qui ont permis de photographier et d'étudier les nombreux satellites planétaires

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 38-03

La Lune a-t-elle la même structure que la Terre ?

1 oui, elle est tout à fait semblable à celle de la Terre

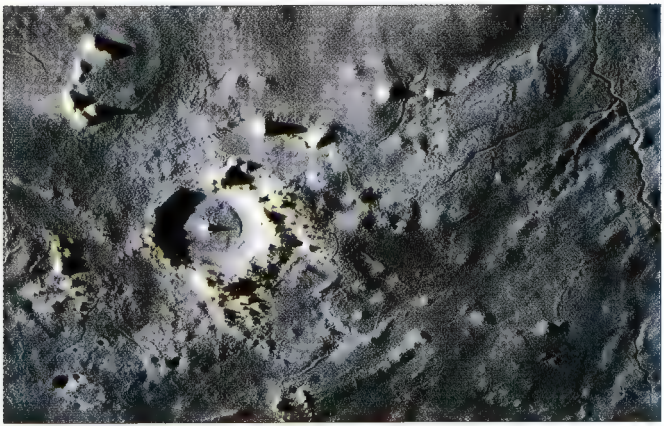
2 non, la Lune a évolué d'une autre manière et sa structure est très différente

...la X-FLR6, comme elle a été baptisée, sera équipée d'une série d'appareils qui, à leur retour, nous donneront de précieuses indications pour notre propre voyage vers la Lune...

Structure de la Lune

L'analyse des échantillons lunaires, rapportés par les missions Apollo, a permis d'établir que la Terre et la Lune ont le même âge (4,5 milliards d'années), mais les deux astres n'ont pas connu la même évolution.

2 La Lune possède une structure différente de celle de la Terre



Les bassins lunaires se sont formées il y a 4 milliards d'années, peu après la formation de l'astre, puis, il y a 2 milliards d'années, ceux-ci se remplirent de lave. 1 milliard d'années plus tard, l'activité volcanique cessa.

La Lune possède un noyau en fusion (à 1 500°C), plus petit que celui de la Terre, et composé de roches à faible densité. Autour, s'étend une zone partiellement en fusion, l'asthénosphère, surmontée d'un manteau, large de 1 000 km. Celui-ci est recouvert d'une croûte, pauvre en fer, riche en silicate, en basalte et en éléments radioactifs puis par la régolithe, formée de débris rocheux.

La surface lunaire

Les grandes mers sont des bassins remplis de lave et de roches basaltiques. Les montagnes représentent des soulèvements de la croûte ou correspondent à d'énormes remparts dus aux cratères formés par un intense bombardement météorique à sa formation.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Explorer/Van Waay Grafik
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 38-04

Pourquoi la Lune change-t-elle de forme ?

1 la Lune tourne sur elle-même
2 une planète la cache régulièrement
3 nous la voyons différemment suivant sa position par rapport à nous et par rapport au Soleil

Lune

La Lune tourne autour de la Terre comme la Terre tourne autour du Soleil. Ces mouvements dans l'espace expliquent pourquoi nous voyons la Lune différemment.

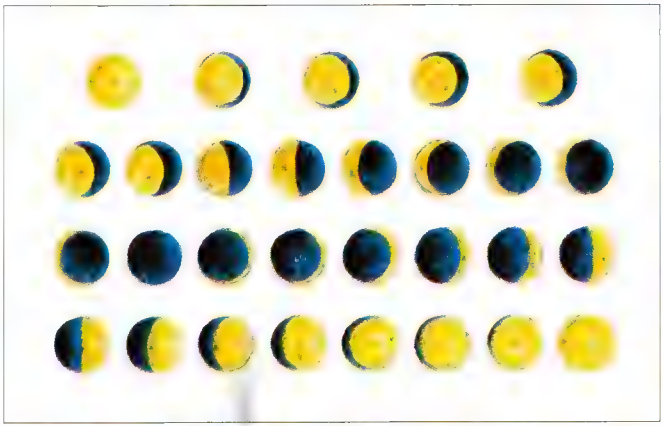
Le Soleil éclaire la Lune

Si la Lune brillait par elle-même, nous la verrions toujours entièrement lumineuse. Mais la Lune ne brille que grâce à la lumière que lui envoie le Soleil.

Les phases de la Lune

Ce sont ses diverses apparences. A la nouvelle lune, elle est entre le Soleil et la Terre et nous montre sa face non éclairée : elle est invisible. Mais un croissant apparaît, un soir, et s'élargit. Puis, à la pleine lune, l'astre montre à la Terre la totalité de son hémisphère éclairé ; vus de la Terre, le Soleil et la Lune sont dans deux directions opposées ; le lever de l'un coïncide avec le coucher de l'autre. La Lune est ensuite visible le matin. Sa face éclairée diminue peu à peu.

3 Suivant sa position par rapport à nous et par rapport au Soleil, nous voyons la Lune changer de forme



Une lunaison dure 29 jours et demi. Ce phénomène est à l'origine de notre division du temps en mois. La Lune est invisible pour nous quand elle est entre la Terre et le Soleil.

Extrait de l'album ***L'Or noir***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

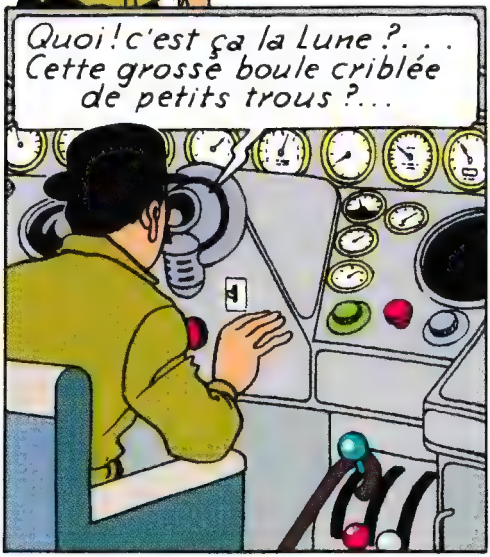
Imprimé en CEE
D2 491 04-03

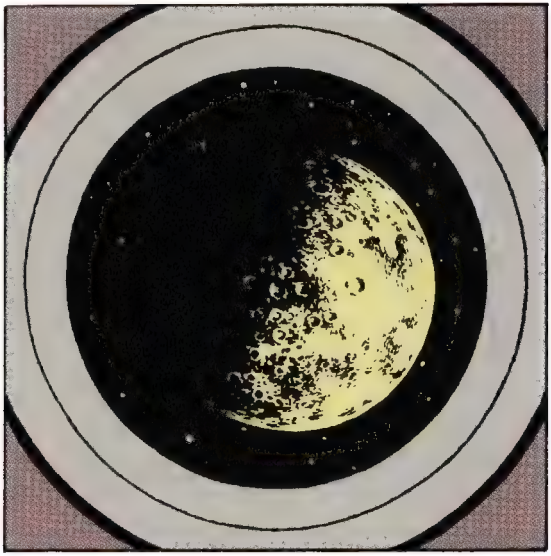
A quoi correspondent les taches claires de la surface lunaire ?

1 à des montagnes

2 à des entrées de vastes grottes

3 à des mers





Taches claires de la Lune

Les régions claires que l'on peut apercevoir en observant la surface de la Lune à l'œil nu sont des zones très accidentées.

1 Les taches claires de la surface lunaire correspondent à des montagnes

Les cratères de la Lune ne sont pas d'origine volcanique. Ils portent des noms de savants. Les montagnes, elles, s'appellent comme nos massifs terrestres : Alpes, Carpates, Caucase, Pyrénées…

On les appelle des continents, par opposition aux mers qui, elles, sont des plaines et apparaissent comme des taches foncées. Ces montagnes, parfois groupées en véritables chaînes, peuvent être très hautes. Le record est détenu par les monts Liebnitz : 8 200 m.

Les montagnes lunaires

Elles ressemblent aux massifs anciens de la Terre : ni pics, ni aiguilles, mais des sommets arrondis et des formes douces, ainsi que l'a révélé l'exploration spatiale. Les montagnes, comme les mers, sont parsemées de cratères. Les plus petits ont à peine quelques centimètres de diamètre ; les plus grands sont des cirques d'environ 200 km de diamètre et peuvent atteindre jusqu'à plus de 7 000 m de profondeur.

Extrait de l'album *On a Marché sur la Lune*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Animals Animals / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

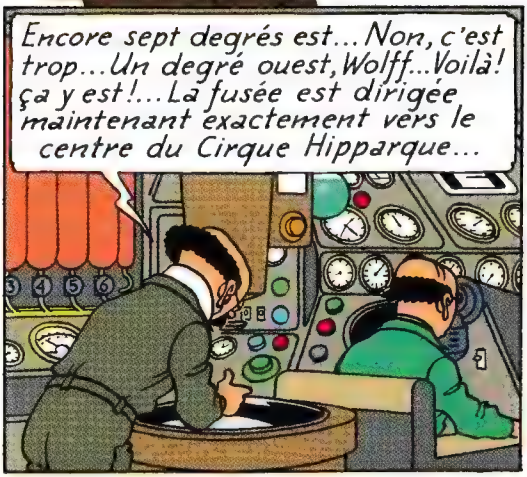
Imprimé en CEE
D2 491 59-02

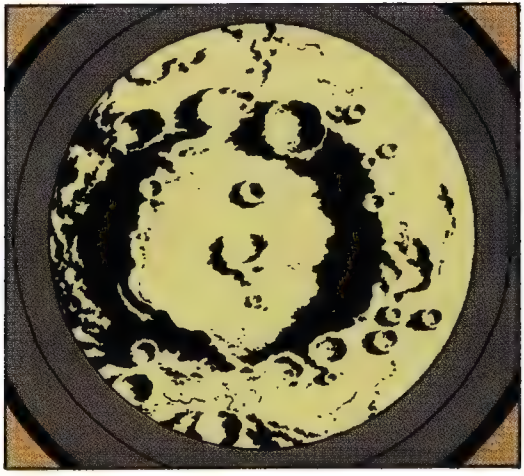
A quoi correspondent les taches sombres sur la Lune ?

1 à des montagnes

2 à des plaines

3 à des mers



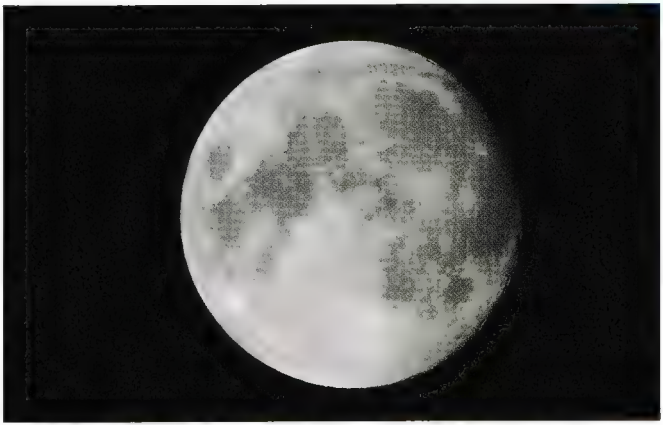


Taches sombres de la Lune

Observée à l'œil nu, la surface de la Lune apparaît parsemée de taches sombres : ce sont de vastes plaines bordées de montagnes.

Ces plaines sont appelées mers car, autrefois, les premiers observateurs avaient cru y voir des étendues d'eau liquide. Aujourd'hui, on sait qu'il n'y a pas d'eau sur la Lune, mais ces plaines ont conservé malgré tout cette dénomination : mer de la Sérénité, océan des Tempêtes ou mer des Pluies, mer des Vapeurs... On en compte 22 sur l'ensemble de la Lune.

2 Les taches sombres sur la Lune sont des plaines



La plupart des mers sont visibles de la Terre ; l'autre face, la face arrière, cachée, de la Lune, n'en renferme qu'une minorité.

La surface des mers lunaires

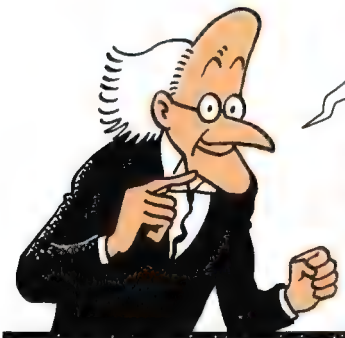
Le sol des mers est parsemé de cratères, de crevasses, ou rainures, de vallées et de pitons rocheux isolés. Les cratères n'ont pas d'origine volcanique et sont dus à des impacts de météorites, les rainures à des fractures. Les vallées, sinueuses, débutent souvent par des cavités en forme d'entonnoir, telle la Tête de cobra.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

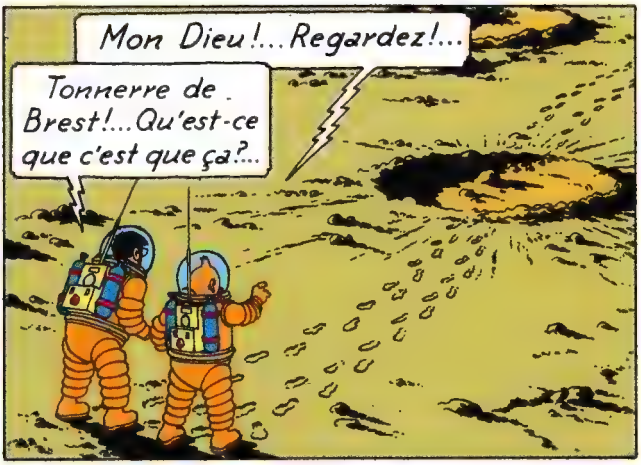
© MCMXCI. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Bova / Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 13-11

Existe-t-il un volcanisme lunaire ?



1. la Lune conserve des volcans en éruption
2. il n'y a pas de volcans sur la Lune
3. tous les volcans de la Lune sont à jamais éteints



Volcanisme lunaire

La Lune a connu, à une époque, une faible activité volcanique dont les traces observées lors des missions Apollo sont les roches basaltiques qui remplissent les mers.

Le sol lunaire est criblé de micro-cratères qui ont été creusés par un intense bombardement de micro-météorites : ils n'ont donc aucun lien avec un phénomène volcanique.

Les laves basaltiques

Après une période cataclysmique qui s'acheva il y a 3,9 milliards d'années, la Lune connut une grande activité interne, pendant

3 Tous les volcans de la Lune sont à jamais éteints

La Lune s'est lentement refroidie, devenant rigide jusqu'à au moins 1 000 km de profondeur. Elle ne connaît plus de phénomènes volcaniques.

800 millions d'années. La chaleur dégagée par les atomes radioactifs présents dans les roches situées sous la croûte provoqua la formation de laves basaltiques qui remontèrent et s'épanchèrent à la surface, remplissant les bassins pour constituer le fond des mers. Mais depuis 3 milliards d'années, l'activité interne de la Lune s'est assoupie.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Coll. B. Bauer / Explorer
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 47 07

Quand a lieu une éclipse de Lune ?

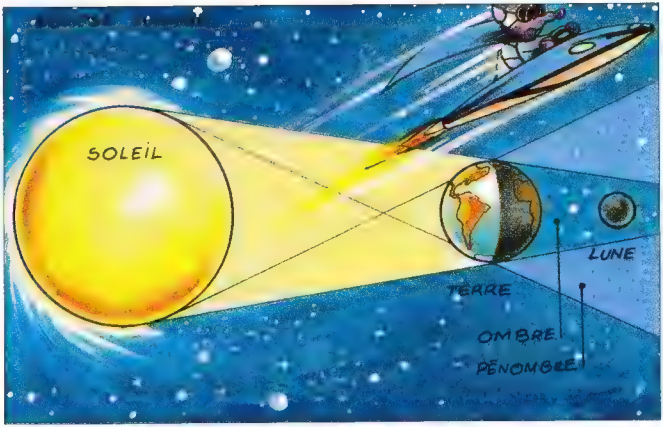
1 quand la Lune passe entre la Terre et le Soleil

2 quand la Lune passe juste dans l'ombre de la Terre

Éclipse de Lune

La Lune disparaît momentanément de nos yeux lorsqu'elle pénètre dans le cône d'ombre projeté par la Terre éclairée par le Soleil. Les éclipses de Lune sont partielles ou totales.

2 Il y a éclipse de Lune quand celle-ci passe juste dans l'ombre de la Terre



Position de la Lune, de la Terre et du Soleil au moment d'une éclipse de Lune. Il y a, à peu près, une éclipse de Lune par an.

La Terre, éclairée par le Soleil, est accompagnée de son ombre, comme toi quand tu te promènes au Soleil. L'éclipse de Lune a lieu lorsque sa trajectoire autour du Soleil l'amène à traverser le cône d'ombre de la Terre.

Dans l'ombre de la Terre

Lorsque la Lune est trop éloignée du plan de l'ecliptique, le disque lunaire est échancré. Il s'agit d'une éclipse partielle. Si cet écart est trop grand, la Lune passera au-dessus ou en dessous du cône d'ombre et il n'y aura pas d'éclipse. Celle-ci n'est totale que dans le cas assez rare de coïncidence du plan de l'ecliptique et du plan d'orbite de la Lune autour de la Terre : la Lune disparaît pour un court moment.

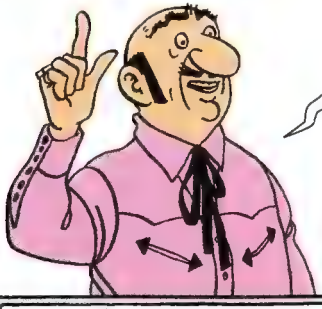
Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabarnés
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 53-03

Qui lança les premiers engins investis d'une mission lunaire ?

UNIVERS - 62



1 les Américains
2 les Soviétiques
3 les deux coopérèrent ensemble

Premières missions lunaires

De nombreux engins furent envoyés par les Soviétiques et les Américains avant le vol Apollo 11 et le débarquement des cosmonautes américains sur la Lune, en 1969.

2 Les Soviétiques lancèrent les premiers engins investis d'une mission lunaire

"Lunakhod I", déposé par Luna 17, en 1970, parcourut 10,5 km sur la Lune.

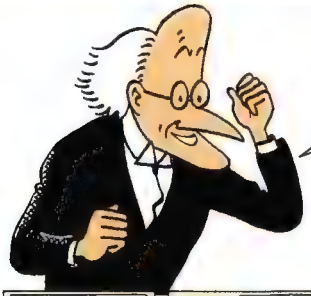
En 1959, l'U.R.S.S. lança trois engins. *Luna 3* transmit les premiers clichés de la face cachée de la Lune.

Les premiers explorateurs

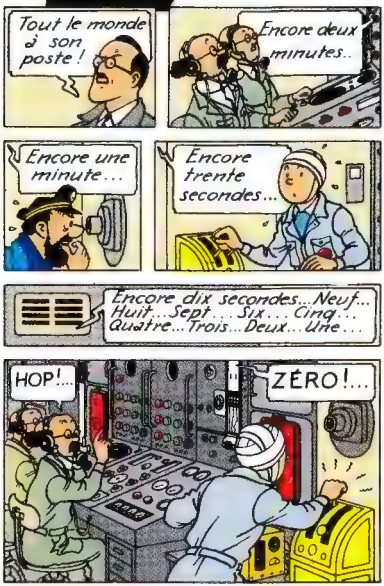
Vint ensuite le programme américain «Ranger». Les «Ranger» avaient pour rôle de transmettre des clichés de la Lune pris à faible distance, avant de s'écraser sur l'astre. En 1966, l'U.R.S.S. réussit à faire atterrir en douceur la sonde *Luna 9*. Puis ce fut le tour des Américains qui firent atterrir une série d'engins, les «Surveyor». En 1970, les Soviétiques, faute de pouvoir envoyer des hommes sur la Lune, expédièrent, lors des vols *Luna 17* et *Luna 21*, deux véhicules lunaires télécommandés depuis la Terre, les Lunakhod, dont le dernier parcouru 37 km dans la mer lunaire de la Sérénité.

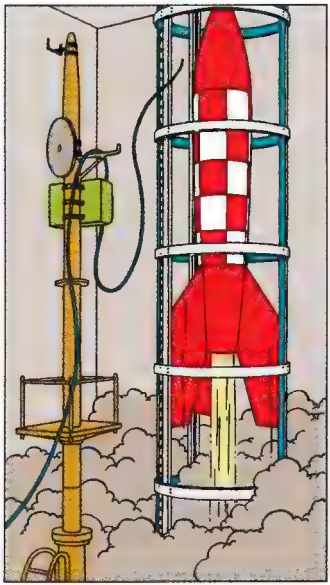
Extrait de l'album ***Objectif Lune***
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 39-01

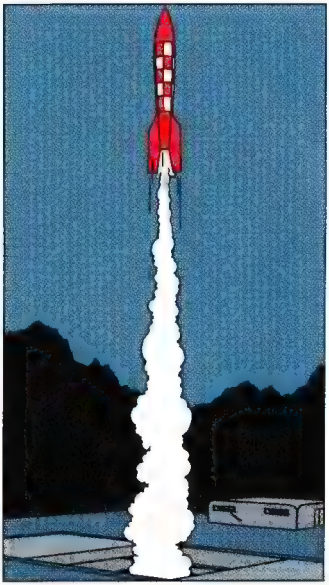
Par qui a été lancé la première fusée spatiale ?



1 par les Chinois
2 par les Européens
3 par l'Union Soviétique



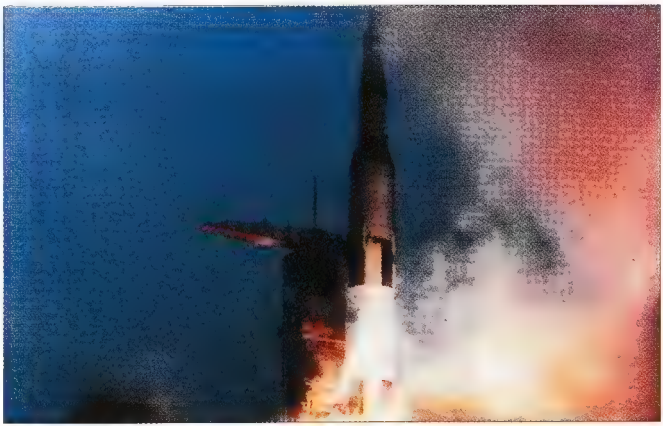




Premières fusées spatiales

Une fusée spatiale doit lancer un satellite à une vitesse suffisante pour que la force centrifuge compense ou dépasse l'attraction terrestre. Seuls les progrès en chimie des poudres l'ont permis.

3 La première fusée spatiale a été lancée par l'Union Soviétique



Vers 1950, les petites fusées scientifiques furent très utiles pour l'étude de la haute atmosphère. Mais l'ère spatiale débute véritablement avec les premiers satellites artificiels. Ici, décollage de la fusée Apollo.

L'ancêtre des fusées actuelles est le célèbre missile «V2», mis au point par les Allemands et utilisé à la fin de la guerre de 39-45.

Naissance de l'ère spatiale

Il a fallu attendre 1957 pour qu'une fusée permette au satellite russe «Spoutnik» d'échapper à l'attraction terrestre. Les Américains, après un certain retard, dépassèrent vite les Soviétiques. La France devint la 3e puissance spatiale avec le lancement, en 1965, du petit satellite «Astérix» par la fusée «Diamant A». Les progrès en chimie des poudres, appelés ergols, permettent aujourd'hui de satelliser non plus les 83 kg d'un Spoutnik, mais des dizaines de tonnes.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

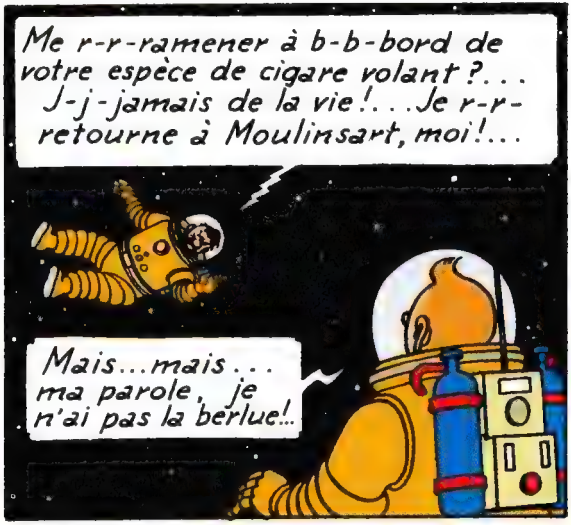
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 39-02

Quelle est la différence entre un cosmonaute et un astronaute ?

1 les deux termes sont équivalents

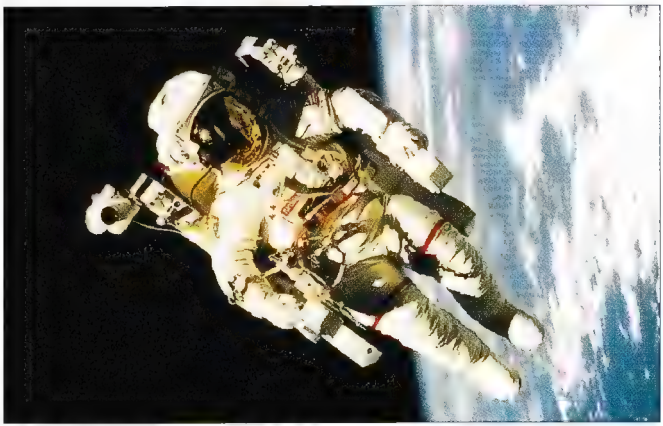
2 un cosmonaute est un voyageur de l'espace, un astronaute est un voyageur interplanétaire



Cosmonaute

Les voyageurs de vaisseaux spatiaux, cosmonautes ou astronautes, sont responsables d'expériences irréalisables sur Terre ou qui ne peuvent être effectuées de manière économique à bord de satellites inhabités.

2 Un cosmonaute est un voyageur de l'espace, un astronaute est un voyageur interplanétaire



Des hommes sont restés en orbite pendant 3 mois et même plus. Récemment, un cosmonaute soviétique a passé 310 jours dans l'espace !

Le premier voyageur embarqué sur satellite artificiel fut le soviétique Y. Gagarine, en 1961. Le premier satellite habité américain fut lancé en 1962, avec J. Glenn à bord, et le premier vol orbital avec un astronaute, J. Young, fut celui de la cabine *Gemini*, en mars 1965. Depuis, les vols spatiaux se sont multipliés et les séjours dans l'espace se sont considérablement allongés.

Voyages interplanétaires

Malgré ces progrès et ceux accomplis dans le domaine de la propulsion par fusée, l'envoi d'un astronaute vers des destinations telles que la planète Mars nécessite un aller-retour de 2 années à 20 000 km/h : l'exploration de l'Univers par l'homme est donc utopique.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

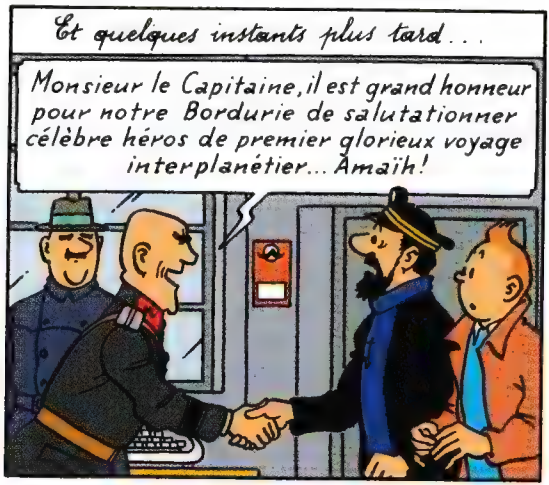
Imprimé en CEE
D2 491 39-03

Qui fut le premier “homme de l’espace” ?

1 le cosmonaute soviétique Iouri Gagarine

2 le cosmonaute américain Neil Armstrong

3 le cosmonaute américain John Glenn



Iouri Gagarine

Le 12 avril 1961, pour la première fois au monde, un homme, Iouri Gagarine, effectue en 108 mn, à bord d'une cabine spatiale, un vol autour de la Terre.

1 Le cosmonaute soviétique Iouri Gagarine fut le premier "homme de l'espace"

Iouri Gagarine reconnu héros national à son retour de l'espace.

Iouri Gagarine est né en 1934. Au cours de ses études, il s'initie au pilotage. Quatre ans plus tard, enrôlé dans l'Armée rouge en tant que pilote d'essai, il commence, avec d'autres volontaires, une préparation particulière aux vols spatiaux.

Vers la gloire

A 27 ans, marié, père d'une petite fille, Gagarine est choisi pour faire le premier vol dans l'espace. Après son retentissant exploit, il parcourt le monde, partout applaudi par des foules immenses, et donne une série de conférences qui intéressent savants et journalistes. Revenu en URSS, il se tue en avion au cours d'un vol expérimental, en 1968. Ses cendres sont scellées dans le mur du Kremlin, à Moscou, aux côtés de celles des héros de l'Union soviétique.

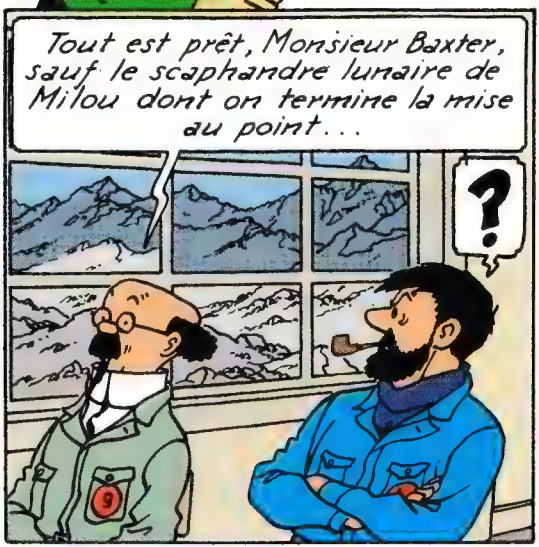
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

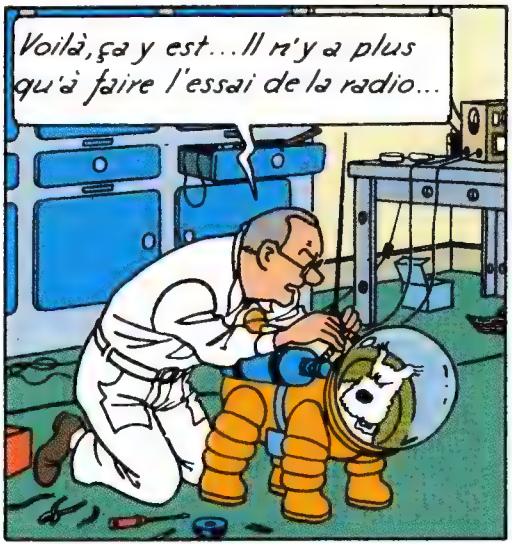
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration de Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 22-02

Quel fut le premier être vivant envoyé dans l'espace ?

1 une chienne nommée Laïka
2 une souris nommée Chloé
3 un singe nommé Doudou

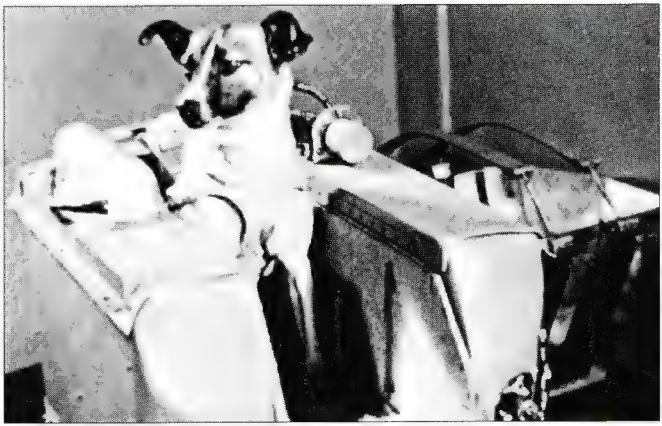




Animaux dans l'espace

En novembre 1957, les Soviétiques envoient leur deuxième satellite, Spoutnik-2, autour de la Terre, avec, à bord, une petite chienne, nommée Laïka.

1 La chienne Laïka fut le premier être vivant envoyé dans l'espace



Laïka fut le premier être vivant à tourner dans l'espace. Dans sa cabine, elle était placée entre deux conteneurs qui lui distribuaient l'air et la nourriture nécessaires pour sept jours de vie en apesanteur.

Spoutnik-2 pèse plus d'une demi-tonne, car il emporte de multiples instruments scientifiques destinés à mesurer le rayonnement solaire ainsi que la qualité des couches supérieure de l'atmosphère.

Laïka, pionnière de l'espace

Laïka meurt après sept jours passés dans l'espace, ses réserves d'oxygène étant épuisées. Mais l'expérience a montré qu'un organisme vivant pouvait survivre dans des conditions d'apesanteur. Ainsi, la célèbre petite Laïka a-t-elle ouvert la route de l'espace aux hommes. D'autres animaux devinrent des "bêtes de science", notamment les singes que Soviétiques et Américains envoyèrent dans l'espace ou mirent à contribution pour leurs expériences en laboratoire.

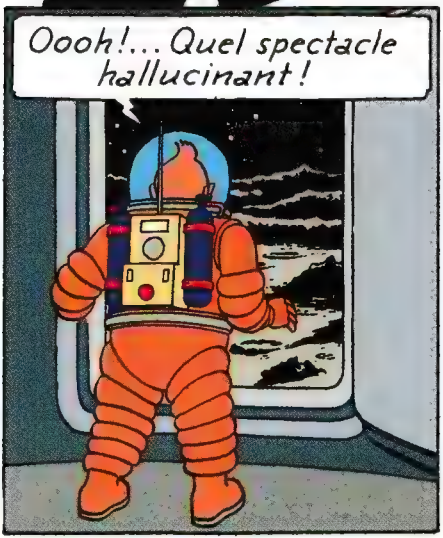
Extrait de l'album ***Objectif Lune***

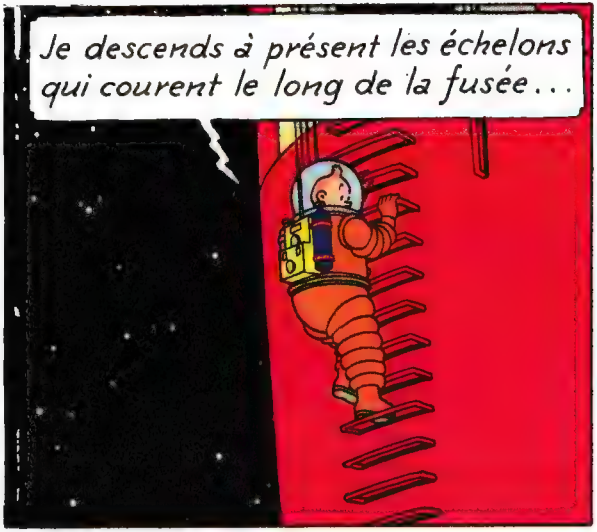
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Agence Tass
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 53-05

Qui marcha sur la Lune pour la première fois ?

1 le Soviètique Y. Gagarine
2 le Français J.-L. Chrétien
3 les Américains N. Armstrong et E. Aldrin

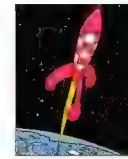




Lune

Le 21 juillet 1969, les Américains Neil Armstrong et Edwin Aldrin foulent le sol lunaire.

3 Les Américains N. Armstrong et E. Aldrin furent les premiers à marcher sur la Lune



En souvenir, les astronautes ont laissé sur le sol lunaire un drapeau américain et une plaque d'acier sur laquelle est écrit : "Nous sommes venus en paix au nom de toute l'humanité".

On a marché sur la Lune

Il est trois heures du matin et les télévisions du monde entier retransmettent l'exploit en direct.

Apollo XI

Le vaisseau Apollo XI, piloté par Neil Armstrong, Edwin Aldrin et Michael Collins part le 16 juillet, et le 19 juillet il se satellise autour de la Lune. Le lendemain, Armstrong et Aldrin s'installent dans le module lunaire qui se sépare du reste du vaisseau où se trouve encore Collins. La descente sur la Lune commence et l'alunissage dans la mer de la Tranquillité est parfait. Armstrong ouvre l'écoutille du module. Ses premiers mots sur la Lune : "C'est un petit pas pour un homme mais un pas gigantesque pour l'humanité !" Les deux cosmonautes ont ramassé 21 kg d'échantillons et déployé divers instruments.

Extrait de l'album ***On a marché sur la lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Dite / Nasa
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 02-14

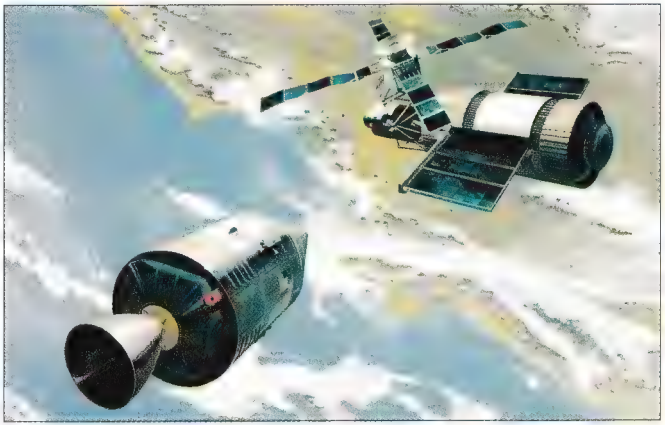
Combien de stations scientifiques furent installées sur la Lune ?

1 deux
2 six
3 douze

Stations scientifiques sur la Lune

Les missions Apollo mirent en place six stations scientifiques sur la Lune, entre juillet 1969 et décembre 1972.

2 Six stations scientifiques furent installées sur la Lune



Télécommandées depuis la Terre, les stations de l'espace ont fourni un nombre gigantesque d'informations.

Les appareils étaient chargés de collecter des informations et de les transmettre à la Terre au moyen d'un émetteur radio.

Les instruments des bases

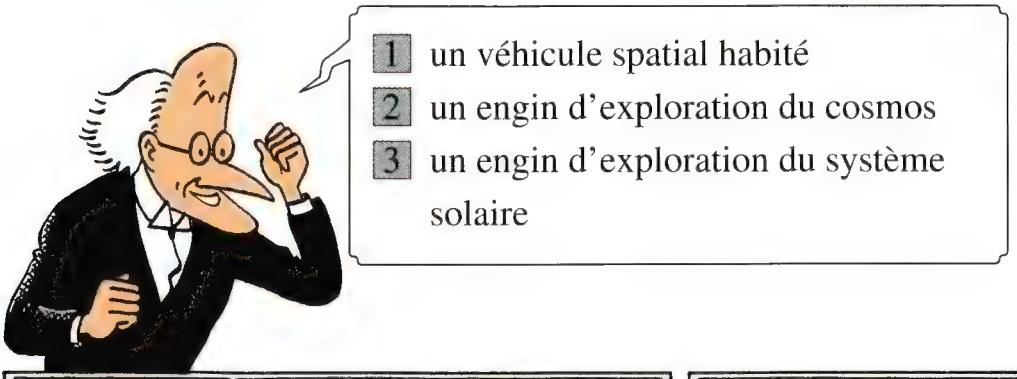
Les astronautes ont installé, entre autres, un sismomètre (pour étudier la fréquence des chutes de météorites et déceler d'éventuels tremblements de terre), un réflecteur laser (pour réfléchir les rayons laser émis dans sa direction, depuis la Terre, afin de mieux déterminer la distance Terre-Lune et le mouvement de la Lune autour de la Terre), un détecteur de poussières cosmiques, une sonde thermique (thermomètre ultrasensible placé dans un trou creusé à l'aide d'une foreuse, pour mesurer la température du sous-sol).

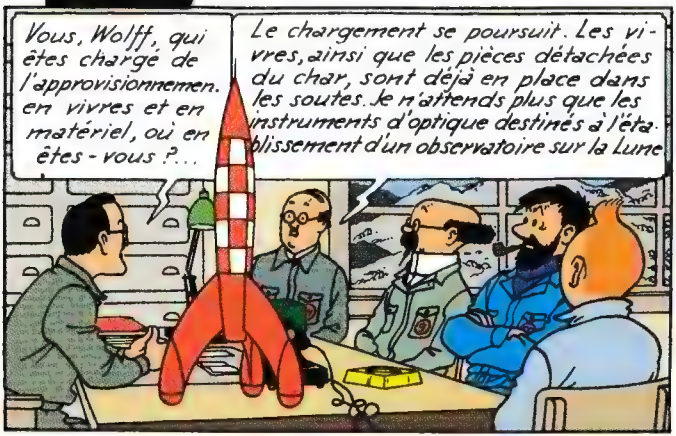
Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo B. Bauer / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 13-13

Qu'est-ce qu'une sonde spatiale ?

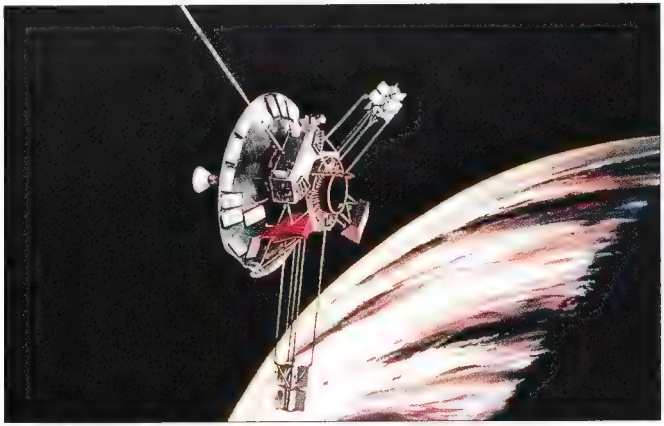




Sonde spatiale

Les sondes spatiales sont des véhicules spatials dotés d'instruments scientifiques perfectionnés et envoyés depuis la Terre pour explorer le système solaire.

3 Une sonde spatiale est un engin d'exploration du système solaire



En 1973, la sonde américaine Pionner X atteint son objectif : Jupiter.

L'idée d'envoyer des sondes vers les planètes système solaire remonte aux années 1920. Mais il fallut attendre la réalisation de fusées dont les moteurs soient capables d'arracher ces sondes à l'attraction terrestre.

Les phases d'exploration

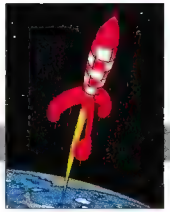
En 1966, les Russes, puis les Américains, réussirent l'alunissage de sondes automatiques. Puis ce furent, en 1970, les survols de Vénus et une accélération des programmes spatiaux dès 1973. Les sondes américaines Voyager 1 et 2, après un recueil fabuleux de données sur des planètes très éloignées, sont maintenant en cours d'exploration des frontières du système solaire. L'Agence spatiale européenne a lancé en 1988 le programme Cassini d'une sonde qui gravitera autour de Saturne et de son satellite Titan vers l'an 2002.

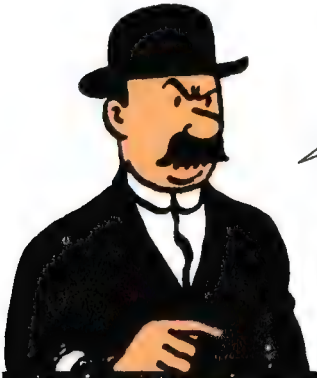
Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Pioner / Galaxy Contact
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 53-04

Pourquoi un cosmonaute est-il très léger sur la Lune ?

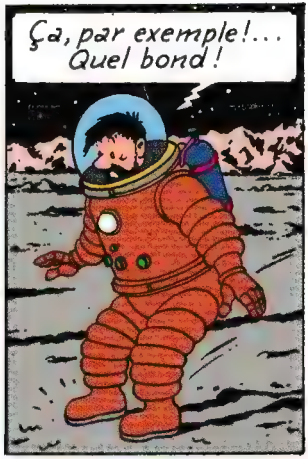




1 à cause de son scaphandre gonflé d'air pressurisé

2 à cause de l'apesanteur

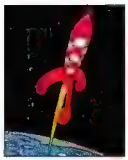
3 à cause des vents lunaires qui le soulèvent



Apesanteur

Sur la Lune, les cosmonautes marchent en "flottant" parce qu'ils sont en apesanteur.

2 C'est l'apesanteur qui rend les cosmonautes très légers sur la Lune



L'absence de pesanteur, et donc l'absence d'appuis et d'efforts exercés par le squelette, est très éprouvante pour les cosmonautes.

Il faut bien distinguer la notion de masse et celle de poids. La masse, c'est la quantité de matière qui constitue notre corps, et celle du cosmonaute n'a pas changé depuis son départ de la Terre. Le poids, c'est le résultat de l'attraction de la Terre ou de la Lune.

Loin de la Terre

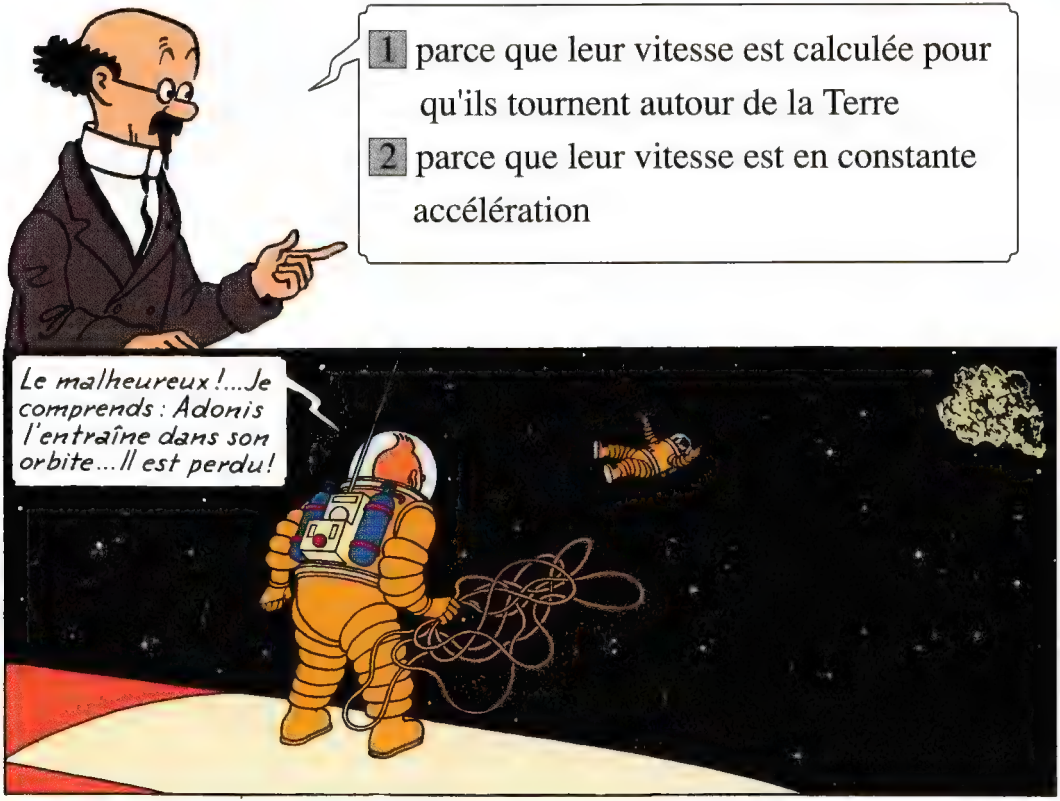
Sur la Terre, l'homme est attiré par l'attraction que notre planète exerce sur lui. Dans l'espace, la Terre n'exerce plus que faiblement son attraction. Les objets, les corps conservent leur masse, mais ils ne pèsent plus rien. La Lune est plus petite que la Terre, elle attire les corps avec six fois moins de force, son attraction est six fois plus faible. Un corps qui pèse 60 kg sur la Terre en pèse dix fois moins sur la Lune.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bauer / Nasa / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 07-18

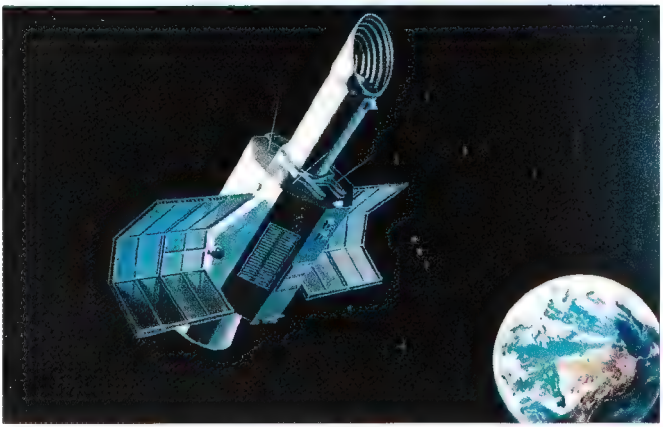
Pourquoi les satellites artificiels ne tombent-ils pas dans l'espace ?



Satellite artificiel

Les satellites artificiels mis en orbite autour de la Terre ont une vitesse calculée pour tourner régulièrement dans l'espace.

1 Grâce à une vitesse calculée, les satellites artificiels ne tombent pas dans l'espace



Un satellite artificiel en orbite autour de la Terre.

Il en est de même pour la Terre qui se maintient à distance du Soleil grâce à son mouvement orbital.

L'attraction des masses

Il existe entre deux masses des forces qui s'attirent mutuellement. Si la Terre ne tournait pas très vite autour du Soleil, elle serait attirée par lui. Et si le Soleil ne retenait pas la Terre, le mouvement de celle-ci l'entraînerait hors de son orbite dans des espaces infinis.

Expérimente toi-même le phénomène

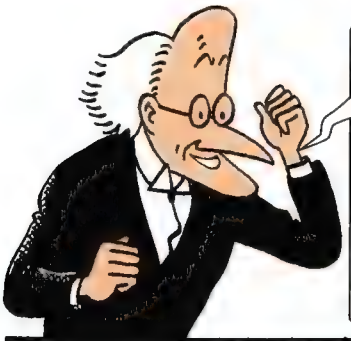
Pour comprendre, fais tourner très vite un bouchon attaché à un fil : tu sens une traction sur le fil. Lâche ensuite le fil : le bouchon s'arrachera à ce mouvement tournant pour filer droit. Imagine que ta main est le Soleil, le fil concrétise l'attraction exercée par le Soleil sur la Terre (le bouchon).

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bauer / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 08-04

Qu'est-ce qu'une navette spatiale ?



1 un vaisseau spatial habité par un équipage de plusieurs hommes

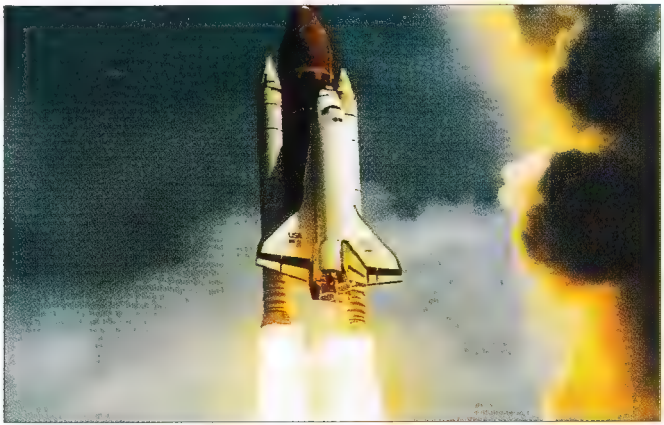
2 un laboratoire muni d'équipements automatiques

3 un engin ravitailleur non récupérable

Navette spatiale

La navette spatiale est un engin envoyé dans l'espace par une fusée et qui retourne à sa base terrestre, une fois sa mission accomplie, comme un véritable avion.

1 Une navette spatiale est un vaisseau spatial habité par un équipage de plusieurs hommes



La navette de la NASA décolle fixée à un énorme réservoir renfermant les propergols, lui même flanqué de deux accélérateurs à poudre qui sont largués à 45 km d'altitude. Le réservoir se détache juste avant l'entrée en orbite.

La navette spatiale peut accomplir deux catégories de missions ; d'une part, elle assure une liaison aller-retour entre la Terre et une station orbitale ; d'autre part, elle sert de laboratoire en apesanteur et d'observatoire de la Terre ou de l'espace. Parmi les expériences les plus remarquables, citons les travaux de crisallographie utilisés pour la fabriquation de puces électroniques très performantes ou l'utilisation de radars pour observer la Terre.

Le retour à terre

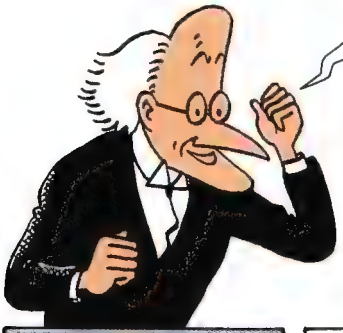
Le retour de la navette pose des problèmes d'échauffement : la température due au frottement de l'air lors du retour dans l'atmosphère devient considérable. Pendant cette phase du vol de retour, les astronautes sont alors privés de communications radio.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

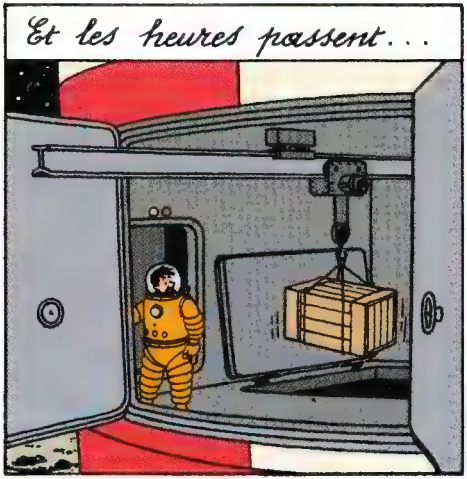
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

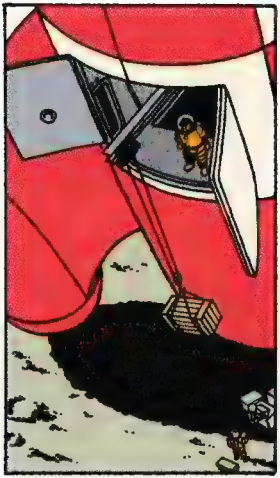
Imprimé en CEE
D2 491 40-01

Qu'est-ce qu'une station orbitale ?



1 un satellite géostationnaire
2 un laboratoire spatial
3 le prototype d'une ville spatiale





Station orbitale

Une station orbitale est un vaisseau spatial doté d'un laboratoire habité où peuvent travailler plusieurs astronautes pendant des durées de plusieurs mois à un an.

2 Une station orbitale est un laboratoire spatial

Dans les stations spatiales, on étudie aussi les effets de l'apesanteur sur l'homme, en vue de voyages interplanétaires futurs.

Les stations orbitales ont pour but d'effectuer des expériences en état d'apesanteur, telles que la création d'alliages et de cristaux purs, servant notamment à la confection de puces électroniques, ou l'élaboration de médicaments.

Les premières stations spatiales

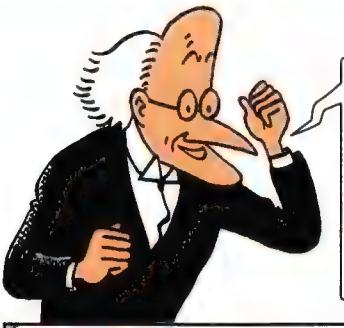
L'ex-URSS a mis en orbite sept stations Saliout avant la grande station Mir, et les États-Unis ont lancé en 1973, la plus grande station orbitale : Skylab. L'Europe a construit le laboratoire habité Spacelab, mis en place par la navette américaine Columbia. Un projet pour 1999, appelé Freedom, associe les Américains et les Européens dans la construction, le lancement et l'assemblage dans l'espace des différents modules de cette station.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Tainturier / Jerrican
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 54-08

Les voyages interstellaires sont-ils possibles ?



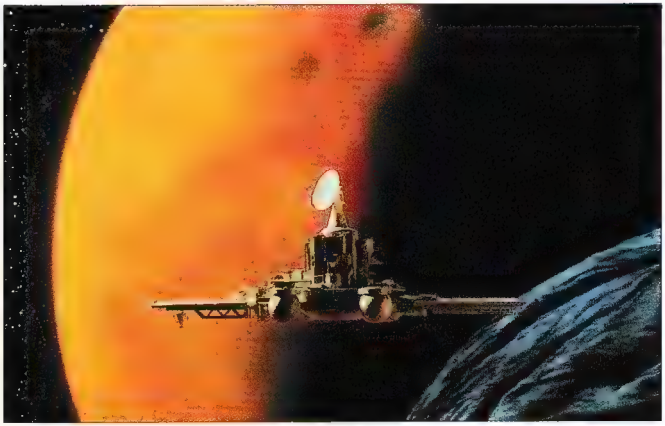
1 non, ils font partie du domaine de la science-fiction

2 ils se réaliseront peut-être, avec des technologies encore inconnues

Voyage interstellaire

Même quand l'homme aura terminé l'exploration du système solaire, il aura tout juste commencé à explorer l'Univers.

1 Les voyages interstellaires font partie du domaine de la science-fiction



Les voyages interplanétaires sont déjà ambitieux. Les voyages vers les autres systèmes stellaires se situent à une autre échelle et posent de nombreux problèmes qui ne seront pas résolus avant longtemps !

Le système solaire n'est qu'une petite partie de l'Univers et les distances stellaires sont considérables : il faudrait 10 000 ans à une sonde pour atteindre l'étoile de Barnard, une étoile proche du Soleil.

Lointaines étoiles

Les missions d'exploration en dehors du système solaire sont donc inenvisageables dans les décennies à venir avec la technologie spatiale dont l'homme dispose actuellement. On ne sait pas communiquer aux vaisseaux spatiaux habités des vitesses suffisantes pour atteindre des étoiles proches du Soleil dans une durée compatible avec celle de la vie humaine. Dans les romans, on congèle les passagers pour la durée du voyage ou bien, ceux qui s'embarquent laissent à leur descendance le soin de poursuivre le voyage !

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 88-02

Pourrons-nous établir des communications interstellaires ?

Communications interstellaires

Certains scientifiques prennent au sérieux l'hypothèse selon laquelle il existerait des formes de vie extra-terrestre. De grands télescopes scrutent d'éventuels messages en provenance de l'Univers.

Les communications entre la Terre et un vaisseau spatial interplanétaire, circulant à l'intérieur du système solaire, sont aujourd'hui courantes.

Messages radio

Des communications avec un vaisseau interstellaire ayant quitté le système solaire sont possibles, mais il faut compter avec les délais de propagation des ondes radio. Si l'on admet qu'il puisse y avoir une forme d'intelligence extra-terrestre vivant dans un autre système d'étoile entourée de planètes, elle se situerait à des années-lumière de la Terre. Leur message ne pourrait être qu'un signal radio. Aux États-Unis, un programme d'écoute de l'Univers se poursuit depuis 30 ans.

2 Certains astronomes prennent au sérieux la possibilité d'établir des communications interstellaires

Aux États-Unis, de grands radiotélescopes tentent de capter des messages et des ordinateurs sont programmés pour les déchiffrer. En France, un radiotélescope installé à Nancy enregistre 200 à 300 heures d'écoute par an.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo R. Gaillarde / Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

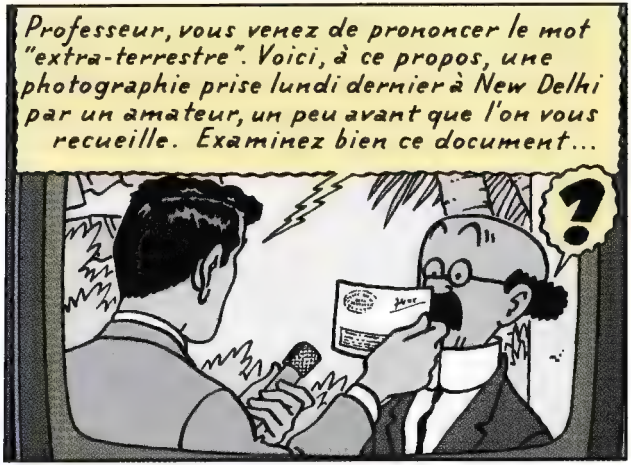
Imprimé en CEE
D2 491 72-06

Les Martiens existent-ils ?

1 ils ont déja été vus dans des soucoupes volantes

2 ils ont été aperçus à l'aide de télescopes géants

3 ce sont des personnages imaginaires

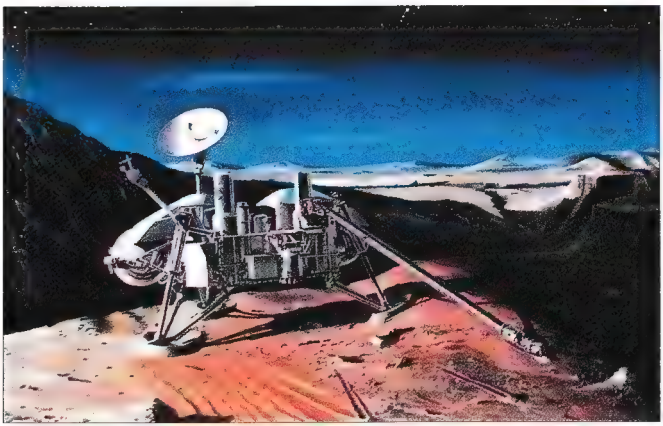


Martiens

Les Martiens sont des personnages de science-fiction habitant la planète Mars. Il est aujourd'hui démontré que notre forme de vie ne peut se développer sur cette planète.

Le mythe des Martiens fut détruit en 1965, puis définitivement en 1967, grâce aux observations rapportées par les sondes spatiales.

3 Les Martiens sont des personnages imaginaires



C'est l'astronome italien G. Schiaparelli qui fut le premier, en 1877, à parler d'êtres intelligents sur Mars. En 1967, deux sondes spatiales Viking se sont posées sur Mars pour y rechercher la présence d'éventuelles traces de vie.

Un climat hostile à la vie de type terrestre

Ces sondes ont fait état de traces d'anciennes rivières, mais il n'y a plus d'eau permettant la vie. Il n'y a pas non plus de couche d'ozone pour protéger le sol des rayons ultra-violets du Soleil. A cela s'ajoute des températures extrêmes (entre -100 ° et +70 ° C), une atmosphère privée d'oxygène et de violentes tempêtes de sable. Même si certaines formes primitives de vie peuvent exister sur Mars, ce qui est improbable, les Martiens, eux, ne sont que des produits de l'imagination des auteurs de science-fiction.

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

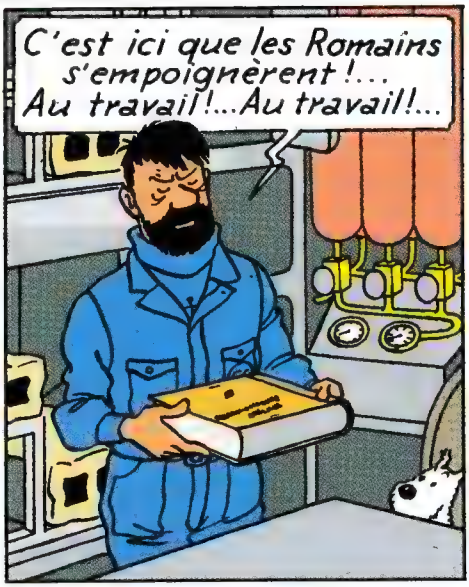
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Viking / Galaxy Contact
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 54-09

Quels furent les premiers véritables astronomes ?

UNIVERS - 77

1 les Babyloniens
2 les Égyptiens
3 les Grecs



Astronomie

Babyloniens, Égyptiens et Chinois observaient le ciel. Ils connaissaient la révolution des planètes, prédisaient les éclipses, mais leurs explications des phénomènes cosmologiques restaient imprégnées de mythologie. Ce furent les Grecs qui, les premiers, imaginèrent le premier schéma de l'Univers.

3 Les Grecs furent les premiers véritables astronomes

Au XVI[e] siècle, Copernic reprend l'idée d'Aristarque qui avait été violemment combattue et était tombée dans l'oubli. Il «ôte» la Terre du centre du monde et ouvre ainsi une ère nouvelle pour l'astronomie.

Les astrologues anciens observaient les astres pour des préoccupations utilitaires : le souci de compter les jours et de prévoir le retour des saisons (pour mieux régler les activités des hommes), de disposer d'un moyen d'orientation.

L'astronomie devient une science

Peu à peu, ils prirent conscience que les phénomènes célestes ne dépendaient pas des caprices de puissances divines, mais qu'ils étaient soumis à des lois qu'il fallait rechercher. 17 siècles avant Copernic, le Grec Aristarque supposa que la Terre tournait sur elle-même et autour du Soleil, considéré, alors, comme fixe dans l'Univers.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

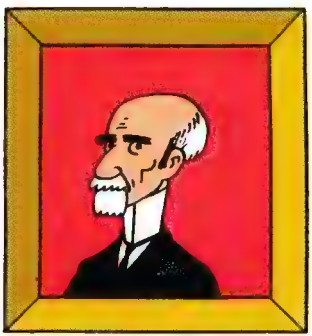
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Collection ES / Explorer Archives Imprimé en CEE
© MCMXCIII, Edito-Service S.A. D2 491 72-08

Qui était Nicolas Copernic ?

1 un mathématicien allemand
2 un physicien italien
3 un astronome polonais

L'expédition sera commandée par le professeur Calys, qui a décelé, dans cet aérolithe, la présence d'un métal inconnu. Les autres membres de l'expédition sont:

... le savant suédois Erik Björgenskjöld, auteur de remarquables travaux sur les protubérances solaires,



.... le Señor Porfirio Bolero y Calamares, de l'université de Salamanque,

Copernic

Pendant longtemps, les hommes imaginèrent l'Univers selon le système de Ptolémée, un savant grec qui vécut au deuxième siècle de notre ère. Il affirmait notamment que la Terre était immobile au centre de l'Univers. Ses théories furent réfutées par Copernic au XVI^e siècle lequel ôta la Terre du centre de l'Univers et y plaça le Soleil.

3 Nicolas Copernic était un astronome polonais

Les travaux de Copernic marquent l'avènement de l'astronomie moderne.

Copernic était un chanoine polonais qui étudia beaucoup en Italie. Dans le système qu'il élabora, le Soleil est au centre du Monde. Autour de lui gravitent sur des orbites circulaires la Terre et les autres planètes.

Une théorie révolutionnaire

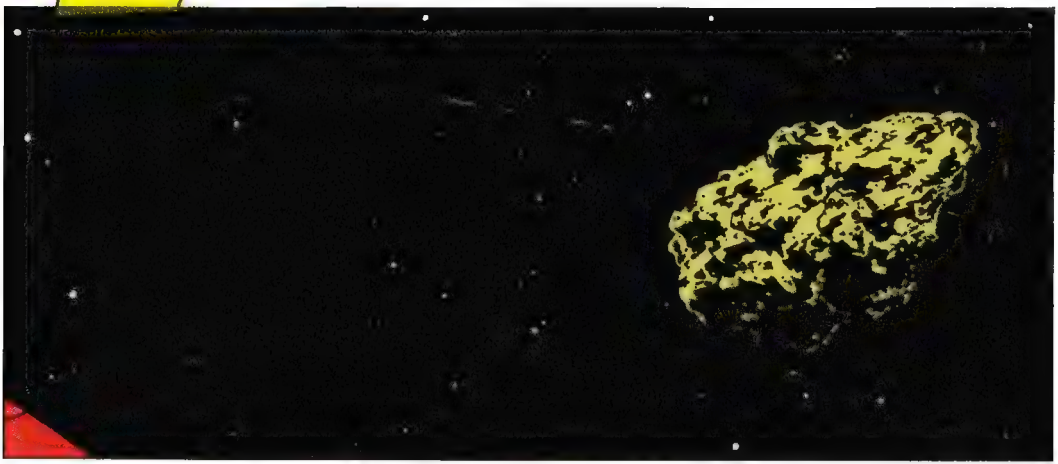
Ses travaux ne furent publiés qu'en 1543, à la veille de sa mort. Ses idées se heurtèrent pendant un siècle à l'opposition de l'Église. Bien qu'essentiellement théoriques, elles furent confirmées sur le plan expérimental par les observations astronomiques faites plus tard par Kepler et Galilée.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 40-02

Laquelle de ces découvertes astronomiques fit Kepler ?

1 les planètes ne se déplacent pas sur des cercles mais sur des ellipses

2 la Terre tourne sur elle-même en 24 h et autour du Soleil en un an.



Kepler

Kepler (1571-1630), astronome allemand, fut le contemporain de Galilée. Comme lui, il se montra partisan convaincu de la rotation de la Terre autour du Soleil, ce qui choquait les hommes de l'époque habitués à la théorie inverse.

1 Kepler découvrit que les planètes ne se déplacent pas sur des cercles, mais sur des ellipses

Kepler énonca les lois du mouvement des planètes autour du Soleil. La première est que chaque planète décrit, dans le sens direct, une ellipse dont le Soleil occupe l'un des foyers.

Protestant chassé par des persécutions religieuses, il se réfugia à Prague auprès de Tycho Brahé, astronome danois auquel il succéda auprès du roi, bénéficiant ainsi d'une remarquable documentation.

Les lois de Kepler

Kepler est considéré comme l'un des créateurs de l'astronomie moderne à laquelle il apporta la formulation des trois lois, dites de Kepler, expliquant le mouvement des planètes, d'où Newton sut dégager la théorie de l'attraction universelle. Il étudia avec une grande précision la planète Mars, les taches du Soleil, l'origine des comètes et se consacra à l'établissement de tables des positions planétaires nécessitant d'immenses calculs.

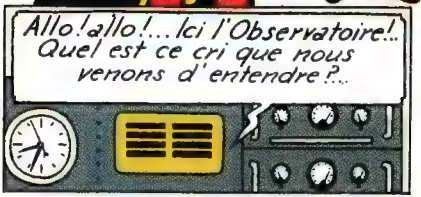
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 53-01

Qui inventa la première lunette astronomique ?

1 Isaac Newton
2 Galileo Galilei, dit Galilée
3 Nicolas Copernic



Galilée

Galilée, physicien et astronome italien (1564-1642) est le premier à avoir affirmé que la Terre tourne autour du Soleil, et non le contraire comme le croyaient alors les scientifiques.

Galilée étudie la philosophie, les mathématiques. A 19 ans, il établit la loi d'oscillation du pendule en observant une lampe qui se balance au bout d'une chaîne. Il part ensuite pour Padoue où il s'intéresse de plus en plus à l'astronomie.

Ses découvertes

Grâce à une lunette qu'il a construite lui-même, il décrit les montagnes et les oscillations de la Lune, découvre les satellites de Jupiter, l'anneau de Saturne, les taches du Soleil, les phases de Vénus, etc. Surtout, il confirme les théories de Copernic : la Terre tourne autour du Soleil. Mais, dénoncé à l'Eglise par ses adversaires, il doit renier ses théories. Il meurt à 78 ans, toujours convaincu que notre planète tourne !

2 Galilée inventa la première lunette astronomique

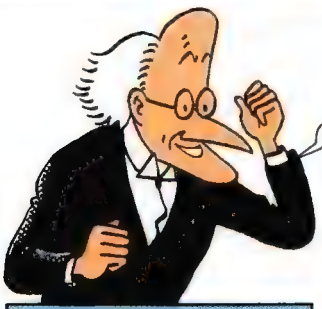
Galilée est un savant renommé dans toute l'Europe. Pourtant, en 1633, un procès le condamne. Il doit renier l'œuvre de toute sa vie.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

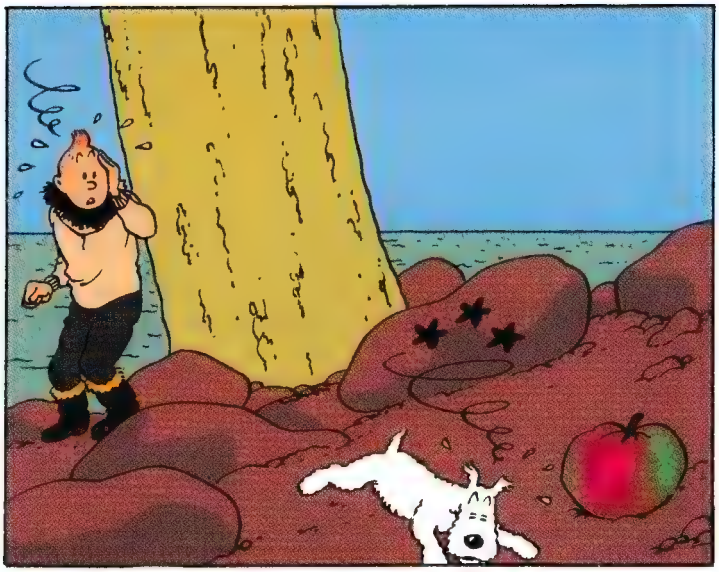
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo VIP / Sipa Icono
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 22-03

Que découvrit Newton en voyant tomber une pomme ?



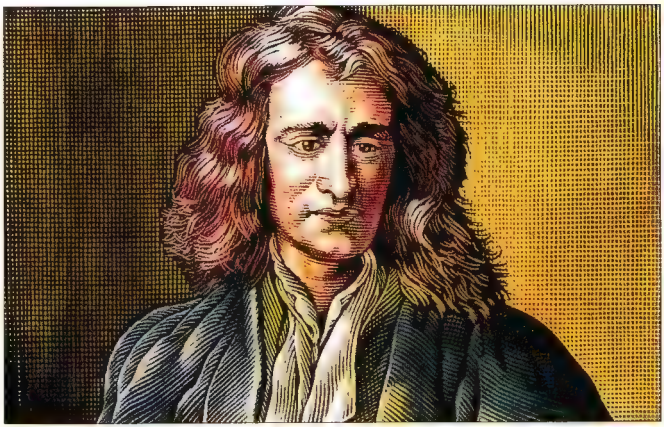
1 la loi de la gravitation universelle
2 la loi du mouvement accéléré d'un mobile



Newton

Isaac Newton (1642-1727) fut un savant complet. Il fut à la fois mathématicien, physicien, astronome et apporta à la science nombre de nouvelles théories.

1 En voyant tomber une pomme, Newton découvrit la loi de la gravitation universelle



Newton apporta aussi l'explication de la composition de la lumière blanche.

L'histoire de la pomme le rendit célèbre. Un soir, il vit tomber une pomme et au même moment leva les yeux vers la Lune qui montait au-dessus de l'horizon.

Une force étrange

Il se posa alors cette question : quelle est donc cette force qui s'exerce à travers le vide et qui fait tomber une pomme ou tourner la Lune autour de la Terre ? Il découvrit ainsi la notion de pesanteur et en tira les lois de l'attraction (ou gravitation) universelle : tous les corps s'attirent les uns les autres. Ainsi, c'est l'attraction de la Lune sur les eaux des océans qui provoque les marées. Par cette théorie, Newton expliqua à la fois les mouvements de la Lune et des planètes qui avaient été montrés par Kepler, et les lois de la chute des corps (pesanteur), découvertes par Galilée.

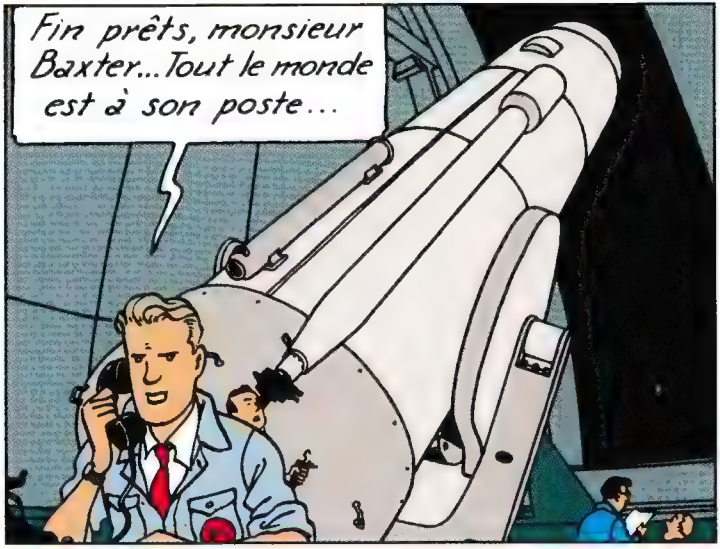
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 62-12

Dans un télescope, comment la lumière est-elle collectée ?

1 par un miroir parabolique
2 par une loupe
3 par un périscope



Télescope

Un télescope est un instrument d'optique destiné à l'observation des corps célestes éloignés. Son objectif est constitué par un miroir parabolique qui collecte d'autant plus de lumière que sa taille est grande.

1 Dans un télescope, la lumière est collectée par un miroir parabolique

Dans de gros télescopes, la cabine d'observation est placée dans le tube.

L'image observée au télescope est formée de rayons lumineux qui se sont réfléchis au préalable sur un miroir parabolique.

Un puissant réflecteur de lumière

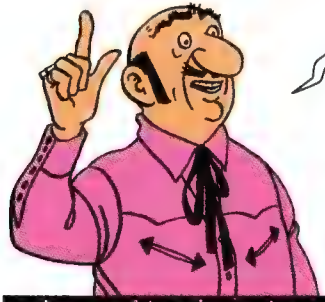
En augmentant la taille des miroirs, on voit des astres de plus en plus lointains. Les télescopes, d'un diamètre souvent plus grand que celui des lunettes, captent plus de lumière stellaire et rendent possible l'observation de sources lumineuses très éloignées. Mais on ne peut augmenter indéfiniment la puissance des télescopes, car la turbulence de l'atmosphère perturbe trop les observations. C'est pourquoi on embarque des télescopes à bord d'engins spatiaux, afin de s'affranchir de cette turbulence et de voir des détails invisibles avec un télescope au sol.

Extrait de l'album ***Objectif Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Palais / Sipa Image
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 47-04

Quand les astronomes ont-ils utilisé les premières lunettes ?



1 au début du XVI^{e} siècle

2 au début du XVII^{e} siècle

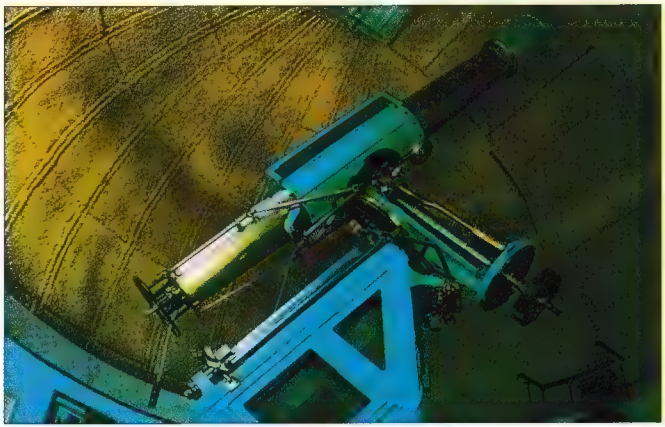
3 au début du XVIII^{e} siècle

Lunette

A la fin du XVI^e siècle, l'astronome ne dispose encore, pour ses observations, que d'instruments de visée à l'œil nu. L'apparition de la lunette, au début du XVII^e siècle, permet à l'homme de jeter un regard neuf sur l'Univers.

Grâce aux lunettes rudimentaires qu'il construit à partir de 1609, Galilée réalise les premières observations du relief de la Lune et des taches du Soleil, découvre les 4 satellites principaux de Jupiter, les phases de Vénus, et distingue dans la Voie lactée un fourmillement d'étoiles jusque-là insoupçonnées.

2 Les astronomes utilisèrent les premières lunettes au début du XVII^e siècle



Les plus grands instruments astronomiques sont des télescopes qui donnent des images presque dépourvues d'irisation, contrairement aux lunettes (photo). Ces derniers instruments sont plutôt utilisés par les amateurs.

Réfracteur de lumière

Les rayons lumineux provenant de l'objet étudié sont captés par une lentille de forme spéciale (l'objectif) qui les fait converger en son foyer. L'image obtenue est ensuite grossie par une seconde lentille (l'oculaire). Les lunettes ont le défaut de donner des images irisées car les rayons de la lumière sont inégalement réfractés à travers l'objectif.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 72-07

Où est l'observatoire équipé du plus grand télescope du monde ?

1 en Californie (États-Unis)
2 dans les Pyrénées (France)
3 dans le Caucase (Géorgie)

Observatoire

Les observatoires ne se réduisent pas simplement à un bâtiment surmonté d'une coupole, abritant un télescope. Ce sont de véritables petites cités avec des laboratoires photographiques, des logements pour les chercheurs.

En effet, les observatoires se situent sur des sites particuliers : pour photographier un objet de très faible éclat, tel qu'une galaxie éloignée, il est nécessaire d'effectuer une pose qui peut durer plusieurs heures. Pour cette raison, les lumières des villes constituent l'un des pires ennemis des astronomes.

3 L'observatoire équipé du plus grand télescope du monde est installé dans le Caucase (Géorgie)

L'observatoire de Kitt Peak, Arizona (États-Unis), se consacre principalement à l'étude du Soleil.

Là où l'atmosphère est pure

La plupart des grands observatoires sont donc installés sur des montagnes, au-delà des couches denses de l'atmosphère. Le télescope le plus grand du monde, de l'observatoire de Zelentchouk (Caucase) est à 2 025 m d'altitude. Son énorme miroir, qui sert d'objectif, est un million et demi de fois plus puissant que l'œil humain.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

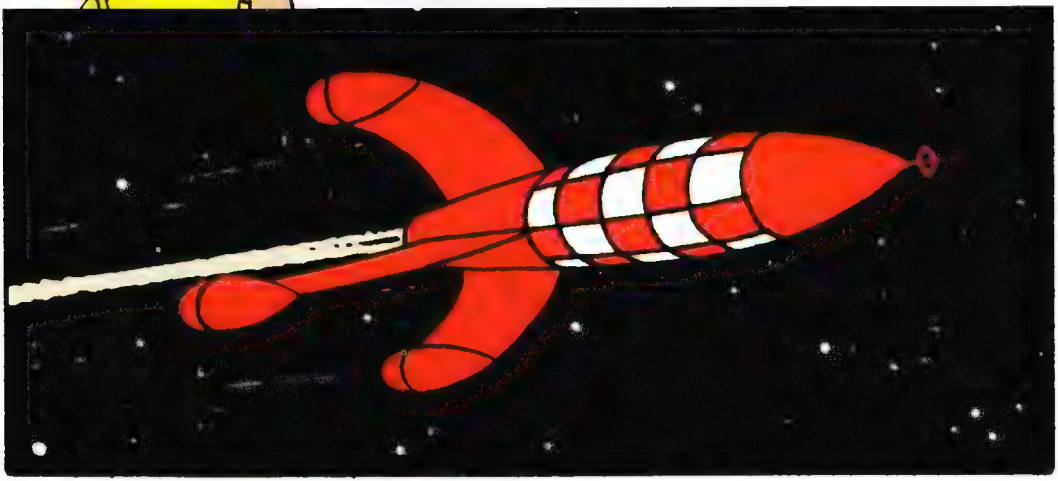
Imprimé en CEE
D2 491 29-04

A quoi servent les cartes du ciel ?

1 à la navigation astronomique

2 à repérer la position des étoiles en vue d'observations astronomiques

3 ces cartes, souvenir du passé, n'ont plus d'utilité



Cartes du ciel

Les étoiles occupent dans le ciel des positions apparemment fixes, représentant des figures définies par des délimitations reportées sur des cartes.

Les étoiles ont été regroupées en constellations qui forment des figures reconnaissables et dénommées depuis l'Antiquité. Ces catégories visuelles ne sont qu'un effet de perspective et les étoiles d'une constellation ne sont pas nécessairement associées dans l'espace. Les figures des constellations se modifient au fil des millénaires, les étoiles se déplaçant les unes par rapport aux autres.

2 Les cartes du ciel servent à repérer la position des étoiles en vue d'observations astronomiques

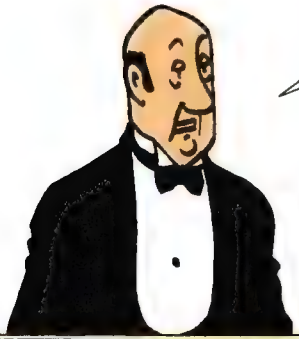
Les figures des constellations ont été modifiées au cours des siècles.
Les figures des constellations ont peu de rapport avec leurs noms.

Le ciel, un livre d'images

En 1934, l'Union astronomique internationale a retenu 88 constellations, universellement adoptées depuis. Leur représentation constitue la carte du ciel. Les marins ont reporté leur emplacement sur un globe de la forme d'une mappemonde. Ces observations astronomi-ques leur permettaient de retrouver leur position.

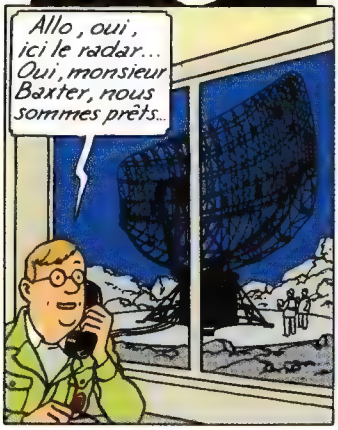
Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 38-01

Qu'est-ce que la radioastronomie ?



1 une science qui permet d'observer les astres grâce à leur rayonnement électromagnétique

2 une méthode pour envoyer des messages dans l'Univers



Radioastronomie

La radioastronomie est une branche de l'astronomie qui utilise le rayonnement électromagnétique, au lieu du rayonnement lumineux, pour étudier l'Univers.

1 La radioastronomie permet d'observer les astres grâce à leur rayonnement électromagnétique

Le radiotélescope permet de capter les ondes radioélectriques émises par les astres.

La radioastronomie est une science relativement récente qui permet d'élargir le champ d'observation des astronomes.

La radioastronomie permit de découvrir de nouveaux astres

Les radiotélescopes effectuent, en effet, des observations non plus au moyen des courtes longueurs d'ondes de la lumière, mais avec les grandes longueurs d'ondes du rayonnement électromagnétique émis par les corps célestes, dits radiosources. Cette technique permet de s'affranchir de la gêne apportée par les nuages atmosphériques. Mais, elle a aussi ses limites : l'absorption du rayonnement électromagnétique par l'atmosphère. D'immenses radiotélescopes permettent de sonder des sources ponctuelles du cosmos.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Galia / Jerrican
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 53-02

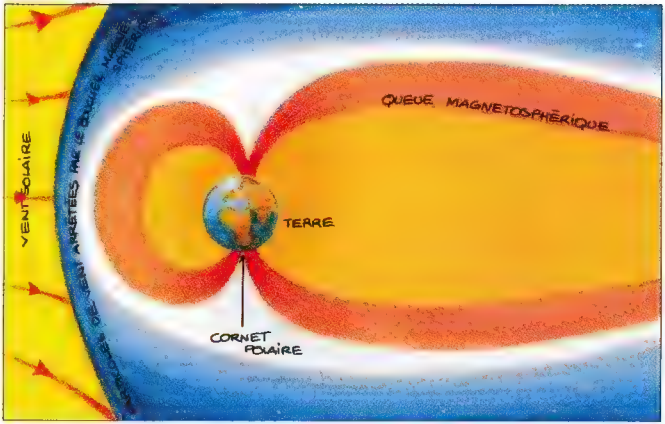
Laquelle de ces planètes possède un champ magnétique ?

1 la Terre
2 Vénus
3 Mars

Champ magnétique

Le champ magnétique, c'est-à-dire l'espace dans lequel s'exercent des forces magnétiques, est créé soit par le voisinage d'une masse de fer ou d'oxyde ferreux aimantée, soit par le passage d'un courant électrique.

1 La Terre possède un champ magnétique



Le Soleil émet un flot de particules électrisées qui influe sur les lignes de force du champ magnétique terrestre : côté Soleil (le jour), celles-ci sont comprimées, côté nuit, elles sont étirées en une sorte de longue queue.

L'Univers baigne dans des champs magnétiques, car aux températures considérables qui règnent dans les astres, la matière est souvent à l'état de plasma où se développent de fabuleux courants électriques. Le Soleil possède un champ magnétique très intense, de même que Jupiter, Saturne. Vénus et Mars n'en ont pas.

Magnétosphère terrestre

La Terre, avec son noyau riche en fer, induit un important champ magnétique autour d'elle, situé entre les couches supérieures de l'atmosphère et le milieu interplanétaire. Parfois, des flots de particules solaires fortement électrisées perturbent la haute atmosphère terrestre, créant des orages magnétiques : l'aiguille de la boussole s'affole.

Extrait de l'album *Coke en stock*

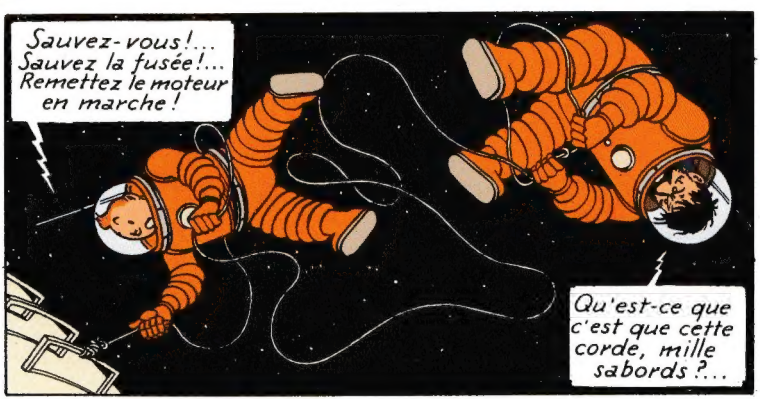
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 76-04

Les débris circulant dans l'espace sont-ils un danger ?

1 oui, car ils peuvent retomber sur la Terre

2 oui, fusées et satellites peuvent entrer en collision avec eux



Débris dans l'espace

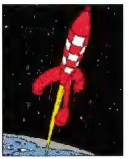
En 1991, la navette américaine *Discovery* a frôlé un morceau de feraille gros comme un camion : il s'agissait d'un étage d'une fusée soviétique lancée 13 ans plus tôt.

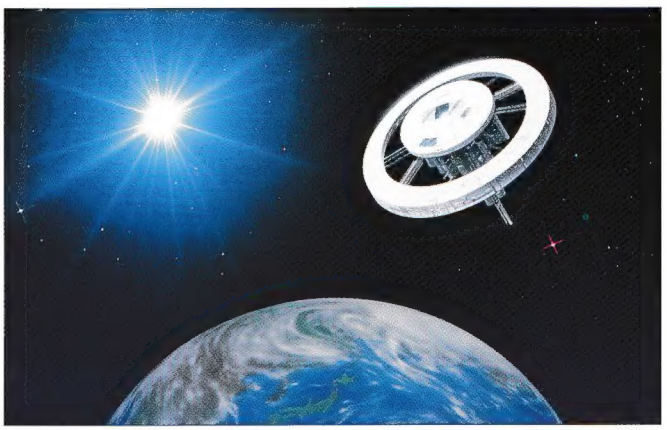
Aujourd'hui, plusieurs millions de débris de toute taille tournent à grande vitesse autour de la Terre : gros morceaux d'anciennes fusées, capots, gants, tournevis, clés, particules de peinture…

Débris tueurs de satellites

Tous ces débris représentent un danger grandissant pour les navettes et les satellites, les stations spatiales, les sondes et autres engins que l'homme envoie dans l'espace. Même très petit, un débris est susceptible de causer de gros dommages du fait de son «hypervitesse». A 18 000 km/h, une bille d'acier de 1 cm percutant un engin spatial représente autant d'énergie qu'un coffre-fort de 100 kg arrivant à 1000 km/h : cela suffit à anéantir un satellite.

2 Les débris circulant dans l'espace sont un danger pour les fusées et les satellites qui peuvent entrer en collision avec eux





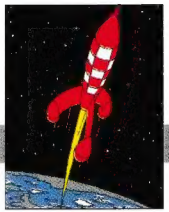
Pour éviter que l'espace ne devienne une poubelle, la NASA envisage d'envoyer des remorqueurs faire le ménage en orbite ou des lasers orbitaux capables de dissoudre les gros débris en particules moins dangereuses.

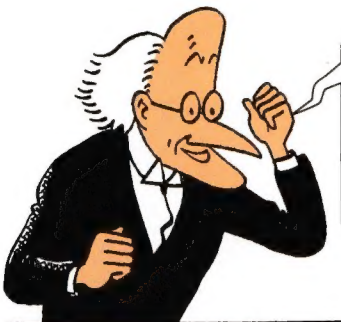
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Japack / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

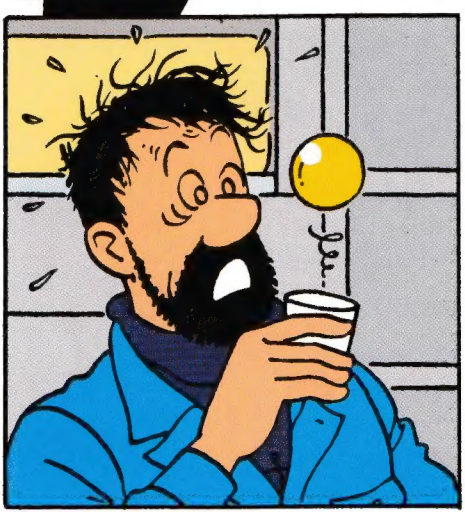
Imprimé en CEE
D2 491 91-18

Pour quelle raison un liquide se met-il en boule dans l'espace ?





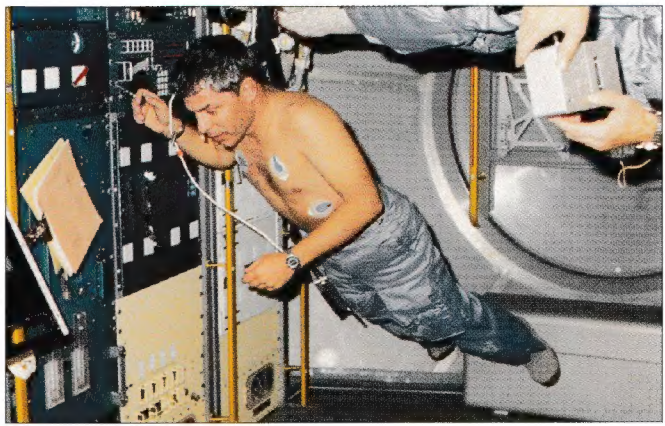
1 à cause de l'apesanteur
2 à cause de la température
3 à cause de la vitesse



Liquide en boule

En voyant du whisky se promener en boule dans la fusée, le capitaine Haddock avait devancé les astronautes de la navette *Discovery* : loin de la pesanteur, J. Allen fit la même expérience avec du jus d'orange !

1 Dans l'espace, un liquide se met en boule en raison de l'apesanteur



Loin de la pesanteur, les cosmonautes ont constaté que si les solides ne changent pas de forme, les liquides, eux, se mettent en boule.

Les premiers vols orbitaux ont en effet confirmé la prévision selon laquelle un liquide en état d'apesanteur se met en boule.

Pourquoi en boule ?

Dans une masse liquide, il existe des forces qui tendent à réduire le plus possible sa surface, or, la sphère est la figure qui offre la surface minimale. Ces forces agissent sur toute la masse du liquide, depuis le centre jusqu'au bord, créant une tension, une force de cohésion. Tant qu'il y a de la pesanteur, le poids du liquide reste supérieur à la tension et lui fait prendre la forme du récipient. Dès que le poids disparaît, comme dans l'espace quand la fusée court sur son erre, la tension redevient prédominante : le liquide se met en boule.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Nasa / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 91-19